Volume 38, 1968 N° Spécial

L'OISEAU
ET LA
REVUE FRANÇAISE D'ORNITHOLOGIE



REVUE TRIMESTRIELLE
DE LA
SOCIÉTÉ ORNITHOLOGIQUE DE FRANCE
Rédaction : 55, rue de Buffon, Paris (V^{e})



L'OISEAU

ET LA

REVUE FRANÇAISE D'ORNITHOLOGIE

Publié avec le concours du C. S. C. et de l'O. R. S. T. O. M.

Abonnement annuel : France et Etranger : **40 F.**

Toute correspondance concernant la Revue doit être adressée au Secrétariat : 55, rue de Buffon, Paris (V^e).

Tout envoi d'argent doit être adressé au nom de la « Société Ornithologique de France ».

Compte Chèques Postaux Paris 544-78.

AVIS IMPORTANT

Par suite de la récupération d'un certain stock, nous avons le plaisir d'annoncer à nos membres que nous pouvons mettre à leur disposition les années arriérées suivantes de « *L'Oiseau et la R.F.O.* », au prix de :

60,00 F : 1934 - 1935 - 1937 - 1946 - 1954 - 1956.
50,00 F : 1932 - 1933 - 1938 - 1941 - 1942 - 1947 - 1949 - 1951 - 1952 - 1955 - 1957 - 1959 - 1960 - 1961 - 1962.

Les auteurs sont priés d'envoyer leurs manuscrits dactylographiés, sans aucune indication typographique.

NOUVELLES RECHERCHES ECOLOGIQUES SUR LES OISEAUX DE L'ARCHIPEL DE POINTE GEOLOGIE

PAR

G. BIRR, J.-L. MOUGIN et J.-F. VOISIN

L'Oiseau et la Revue Française d'Ornithologie
Volume 38 — 1968 — N° spécial
55, rue de Buffon — Paris-V°



SOMMAIRE

PLANCHE 1

1

2

ETUDE ECOLOGIQUE
DE QUATRE ESPECES DE PETRELS ANTARCTIQUES

par J.-L. Mougin (1)

Dans une précédente note (Mougin 1967), nous avons étudié l'écologie du Fulmar antarctique, Pétrel nidificateur de l'Archipel de Pointe Géologie, Terre Adélie (66°40'S, 140°01'E). Ce travail eût été incomplet s'il n'avait été étendu aux autres espèces de Pétrels se reproduisant dans l'Archipel : le Pétrel géant *Macronectes giganteus*, le Damier du Cap *Daption capensis*, le Pétrel des neiges *Pagodroma nivea* et le Pétrel de Wilson *Oceanites oceanicus*. Ces oiseaux ont été étudiés au cours des étés 1963-1964 et 1964-1965.

Nous avons tenu à suivre un plan analogue à celui de la note précédente. Nous traiterons d'abord de la microclimatologie des sites de reproduction, puis nous étudierons le cycle reproducteur annuel et les lieux de reproduction, la croissance et la régulation thermique des poussins, la mortalité à la colonie, les poids, les dimensions et les températures des adultes, et enfin leur régime alimentaire (2).

Microclimatologie des sites de reproduction

Une étude de la microclimatologie des colonies de reproduction a été entreprise chez les Pétrels géants, les Pétrels des neiges et les Damiers du Cap. Les abris météorologiques, placés au niveau du sol au milieu des nids, contenaient un thermomètre enregistreur

(1) Equipe de Recherche de Biologie Animale Antarctique.

(2) Il nous est agréable de remercier ici ceux de nos camarades qui nous ont apporté leur aide sur le terrain, en particulier C. Dousset et J. C. Guériot ainsi que P. Le Morvan qui a terminé après notre départ les travaux entrepris en 1964-1965, F. Lacan, qui a mesuré pour nous des Pétrels de Wilson, J. Prévost dont les conseils et les renseignements nous ont été utiles, ainsi que C. Bourgeois qui en a rédigé le résumé anglais.

Planche I

1. — Une colonie de Damiers du Cap. Les colonies de cette espèce sont établies le plus souvent sur des zones planes. Les nids ne sont que rarement abrités (24-12-64).
2. — Comportement territorial chez les Pétrels des neiges. Un conjoint du nid 16 chasse ses congénères du territoire de son nid (5-12-64).

à mouvement hebdomadaire et un thermomètre à mercure. La vitesse moyenne du vent était enregistrée au moyen d'un anémomètre totalisateur dont les coupelles tournaient à 30 centimètres du sol. Une observation était assurée chaque jour, en même temps que celle de la station météorologique de la base Dumont d'Urville (altitude : 39 mètres). Ces installations ont fonctionné à partir du 10 janvier 1964, jusqu'à la fin du cycle reproducteur. Elles ont été remises en service l'année suivante. Les moyennes mensuelles de nos relevés figurent au tableau I, avec celles de la station.

Les Pétrels géants sont les Procellariens de Terre Adélie qui subissent les vents les plus violents. Pour la période où les anémomètres ont fonctionné simultanément chez les trois espèces étudiées, entre le 10 janvier et le 13 mars, et au mois de décembre 1964, la vitesse moyenne du vent atteignait 6,2 m/s à la colonie de Pétrels géants. Elle était inférieure de près de 50 % à celle qui était enregistrée à la station (12,6 m/s). Si le vent est freiné au niveau du sol, la colonie de Pétrels géants de l'Ile des Pétrels n'est par contre aucunement abritée des vents dominants et c'est ce qui explique que la valeur enregistrée soit relativement élevée.

La colonie de Pétrels des neiges étudiée est installée dans une zone d'éboulis, et protégée au sud-est par une éminence rocheuse. Ces deux facteurs réduisent la vitesse du vent au niveau des nids. Pour la période considérée, elle n'atteignait en moyenne que 4,0 m/s, à peu près 32 % de la vitesse du vent enregistrée à la station.

Enfin, à la colonie de Damiers du Cap étudiée, la vitesse du vent atteignait en moyenne pendant la même période, 3,4 m/s soit 27 % de la valeur enregistrée à la station.

Si les différences de température entre les colonies et la station météorologique sont assez sensibles, elles sont cependant loin d'égaler celles qui existent pour la vitesse du vent. Pour la période précédemment évoquée, la température moyenne (en ° C) atteignait : —2°9 chez les Pétrels géants, —3°0 chez les Pétrels des neiges, —3°1 chez les Damiers du Cap, et —4°0 à la station météorologique. Toutes les espèces bénéficient de conditions de température voisines, un peu plus favorables que celles du climat général et ceci est probablement dû au fait qu'elles se trouvent situées à une altitude moindre que la station.

En conséquence, le pouvoir de refroidissement de l'atmosphère où vivent les oiseaux, calculé avec la formule de Siple et Passel (1945), est sensiblement plus faible que celui du climat général. Pour la période considérée, il était de 1230 cal/m^2/h à la station, et de 1045 cal/m^2/h à la colonie de Pétrels géants, 955 cal/m^2/h à la colonie de Pétrels des neiges, 910 cal/m^2/h à la colonie de

TABLEAU I

Température, vitesse du vent et pouvoir de refroidissement
à la station et aux colonies de *Macronectes giganteus*, *Pagodroma nivea*
et *Daption capensis* de Pointe Géologie

		Janv. (10-31)	Fév.	Mars (1-13)	Mars (1-31)	Avril	Mai (1-11)	Sept. (7-30)	Oct.	Nov.	Déc.
Température (°C)											
— Pétrels géants	(10 h. loc.)	+ 0°2	— 4°0	— 6°9	— 6°9	— 13°5	— 12°7	— 15°9	— 12°1	— 3°2	— 0°8
— Pétrels des neiges	(»)	+ 0°1	— 4°4	— 7°0					— 12°2	— 3°4	— 0°9
— Damiers du Cap	(»)	+ 0°2	— 4°4	— 7°4							— 0°8
— Station	(»)	— 1°0	— 5°9	— 8°1	— 8°3	— 14°5	— 13°7	— 16°3	— 13°3	— 5°7	— 1°1
— Moyenne station		— 1°1	— 5°7	— 8°0	— 8°2	— 14°6	— 13°9	— 16°3	— 13°5	— 6°0	— 1°6
Vitesse du vent (m/s)											
— Pétrels géants		6,6	5,7	7,6	6,4	6,8				4,7	5,1
— Pétrels des neiges		4,4	3,5	5,5						2,9	2,8
— Damiers du Cap		3,4	2,2	5,4							2,6
— Station		13,6	10,5	16,3	13,3	13,2	11,2	8,2	9,6	10,3	10,0
Pouvoir de refroidissement (cal/m²/h)											
— Pétrels géants		970	1060	1210	1170	1380				990	945
— Pétrels des neiges		890	965	1135						895	825
— Damiers du Cap		830	860	1140							805
— Station		1150	1260	1415	1390	1595	1525	1520	1475	1245	1095

Damiers du Cap, soit respectivement 85 %, 78 % et 74 % de la valeur mesurée à la station (fig. 1). Ce sont donc les colonies de Pétrels géants qui subissent les pouvoirs de refroidissement les plus élevés, suivies par les colonies de Pétrels des neiges, et enfin par celles des Damiers du Cap.

On sait que les Pétrels géants sont des oiseaux de grande taille, capables de résister à des pouvoirs de refroidissement élevés sans perte de poids notable. La situation est approximativement la même chez les Damiers du Cap, aptes à supporter les pouvoirs de refroidissements sensiblement moins élevés qui leur sont imposés. Les Pétrels des neiges sont des oiseaux de petite taille, à nidification semi-hypogée. Nous n'avons pas effectué d'enregistrements à l'intérieur des terriers, mais tout porte à croire que la température y est plus élevée et plus constante qu'à l'extérieur, le vent considérablement freiné et donc le pouvoir de refroidissement plus faible que celui que nous avons mesuré à l'extérieur. Dans ces conditions seulement, le Pétrel des neiges est parfaitement apte à nidifier en Terre Adélie. Comme lui, le Pétrel de Wilson jouit dans son terrier d'un microclimat très favorable, qui lui permet, malgré sa petite taille, de survivre dans l'Antarctique.

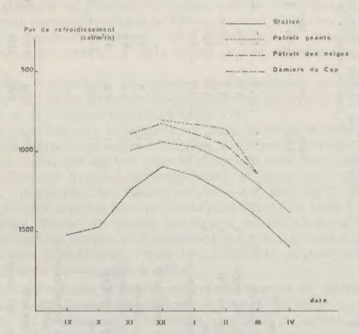


Fig. 1. — Comparaison du pouvoir de refroidissement du climat général avec ceux mesurés dans les colonies de Pétrels géants, de Pétrels des neiges et de Damiers du Cap.

Visites hivernales a la côte

On sait (Prévost 1964, Mougin 1967) que les Fulmars antarctiques n'effectuent aucune visite à leurs colonies pendant l'hiver. Il en va de même pour les Pétrels de Wilson qui n'ont jamais été observés en hiver à Pointe Géologie. Roberts (1940) a montré que, dès la fin de l'élevage des poussins, ils désertent totalement les eaux du littoral antarctique et entreprennent une migration, qui les conduit jusque dans l'hémisphère nord.

Les Damiers du Cap agissent de façon peu différente. On peut toutefois les observer à la côte, assez rarement dans le mois qui suit le départ des poussins, et dans le mois qui précède la réoccupation des nids, c'est-à-dire en avril et en septembre. En 1964, le dernier poussin quittait son nid le 10 mars. Aucun adulte n'était observé après cette date en mars, mais des visites à la côte étaient notées du 6 au 23 avril, alors que la mer libre était très éloignée des colonies. S'il y a eu des visites en septembre cette année-là, elles nous ont échappé. Prévost (1964) et Guillard (1963) citent les dates limites suivantes : 3 avril et 11 septembre 1952, 7 avril et 5 septembre 1956, 27 avril et 30 août 1963. Jusqu'à présent, aucune visite réellement hivernale de cette espèce n'a été signalée à Pointe Géologie.

Le Pétrel des neiges effectue régulièrement des visites en hiver à Pointe Géologie (Prévost 1964). C'était le cas en 1963 (Guillard 1963). En 1964, entre avril et septembre, 96 oiseaux étaient observés en 35 jours de visites (fig. 2). Prévost (1964) a montré que les visites hivernales étaient conditionnées par l'amélioration des conditions climatiques et par les débâcles de la glace de mer. En 1964, plus de 78 % des visiteurs hivernaux étaient observés entre le 19 avril et le 25 mai, à la suite d'une débâcle quasi totale de la glace de mer dans l'Archipel de Pointe Géologie. Pendant cette débâcle, les visites étaient cependant conditionnées par des facteurs climatiques. En effet, le pouvoir de refroidissement de l'atmosphère pour les jours de visite (1560 cal/m²/h) était sensiblement plus faible que celui qui était mesuré les jours où les oiseaux ne venaient pas dans l'Archipel (1650 cal/m²/h). Par la suite, aucune autre débâcle ne se produisait, et les oiseaux devenaient rares. Entre le 26 mai et le 10 septembre, 21 Pétrels des neiges étaient observés, en 18 jours de visites, apparemment motivées par l'amélioration des conditions climatiques.

Il convient de remarquer que, si le Pétrel des neiges visite chaque année les colonies de l'Archipel de Pointe Géologie pendant la période de repos sexuel, ces visites ne concernent qu'une très

petite fraction de la population. En dépit d'observations quasi quotidiennes, nous n'avons jamais observé d'oiseaux dans nos deux colonies d'étude de l'Ile des Pétrels qui comptaient cependant un peu plus de soixante nids.

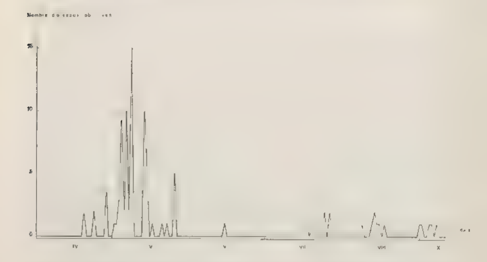


Fig. 2 — Nombre de Pétrels des neiges observés quotidiennement à la côte entre avril et septembre.

Le comportement des oiseaux lors de ces visites hivernales a été décrit par Prévost (1964). Nous n'y reviendrons pas. Notons cependant que, en 1964, il était plus fréquent d'observer les oiseaux en vol que posés dans leurs colonies ou réoccupant leurs nids.

Les Pétrels géants ont un cycle reproducteur semi-hivernal. Ils commencent à réoccuper leurs colonies en juillet. Le laps de temps séparant deux cycles reproducteurs est donc bref : deux mois tout au plus, mai et juin. Les oiseaux font alors, parfois, leur apparition à la colonie, mais cela reste exceptionnel : 10 visites en juin 1952, 4 en juin 1956 (Prévost 1964), aucune en juin 1963 (Guillard 1963) et 1964. Cette réduction du nombre des visites semble être le reflet de la diminution de l'effectif de la colonie. Le nombre des adultes a, en effet, baissé de près des deux tiers depuis 1952 (1).

Lors de ces visites hivernales, les oiseaux ont surtout été observés en vol. Il n'est pas prouvé qu'ils réoccupent leurs nids.

(1) L'effectif de la colonie était d'à peu près 200 oiseaux lors de la première installation de l'homme sur l'Ile des Pétrels, en 1952. L'édification d'une base à proximité de la colonie, les multiples passages d'hommes et de véhicules, le stockage des fûts de gas-oil au milieu des nids, ont considérablement perturbé les oiseaux dont le nombre décroît chaque année.

Si deux oiseaux se rencontrent, ce qui est tout à fait exceptionnel, ils peuvent se livrer à des parades (PRÉVOST, *comm pers.*).

ARRIVÉE DES OISEAUX A LA CÔTE

Les Pétrels géants sont les premiers oiseaux de Terre Adélie à réoccuper leurs lieux de reproduction (Tableau II). Il s'écoulait, entre la première arrivée d'adulte et la première ponte, 100 jours en 1964, 109 jours en 1963 et 106 jours en 1962.

TABLEAU II

Premier retour des Pétrels étudiés à leurs colonies

Pétrels géants	Damiers du Cap	Pétrels de Wilson	Auteur
	15-10-52		PRÉVOST
	20-10-56		PRÉVOST
30-6-61	16-10-61	5 11-61	HUREAU
6-7-62	30-9-62	9-11-62	ARNAUD
3-7-63	20-10-63	9-11-63	GUILLARD
12-7-64	13-10-64	7-11-64	MOUGIN

Nous ne reviendrons pas sur ce que PRÉVOST (1964) a dit des dates de retour du Pétrel des neiges. Le nombre des visites s'accroît au cours du mois de septembre. Au début d'octobre, la plupart des oiseaux sont présents sur les lieux de nidification. Sur 28 nids observés par nous, la première réoccupation se produisait en moyenne 55 jours avant la ponte (41 - 67 jours).

Rappelons que les Fulmars reviennent à leur colonie peu après les Pétrels des neiges. Le premier retour a été observé entre le 30 septembre et le 16 octobre pendant 6 années d'observations. En 1964, le retour des adultes se produisait en moyenne deux mois avant la ponte (MOUGIN 1967).

Sur 37 nids observés par nous chez les Damiers du Cap en 1964, la ponte se produisait en moyenne 42 jours (36 - 52) après la réoccupation du nid.

La ponte chez le Pétrel de Wilson débutant à la fin novembre ou au début décembre, la periode précédant la ponte dure tout un mois chez cette espèce en Terre Adélie.

La plupart des nidificateurs estivaux de Terre Adélie reviennent donc à leurs colonies en octobre, mois caractérisé, comme on sait (PRÉVOST 1964, MOUGIN 1967), par une importante amélioration des conditions climatiques. Celle-ci est sans doute insuffisante pour le Pétrel de Wilson à qui sa petite taille ne permet pas de résister à

des conditions climatiques encore rigoureuses. Il ne revient à la côte qu'en novembre, le pouvoir de refroidissement de l'atmosphère ayant alors beaucoup diminué par rapport à octobre. L'arrivée tardive et la nidification hypogée permettent à cette espèce d'éviter les derniers grands froids.

Le séjour des oiseaux à la colonie avant la ponte

On sait que les Fulmars antarctiques reviennent chaque année au même nid, avec le même conjoint, sauf disparition d'un d'entre eux, ou divorce, ce qui est exceptionnel (Mougin 1967). Il en va de même chez les Pétrels des neiges (Brown 1966), et chez les autres Procellariens de Terre Adélie.

Chez les Pétrels des neiges, 15 couples bagués au cours du cycle reproducteur précédent ont été contrôlés en 1964-1965. Ils étaient composés des mêmes oiseaux, et installés sur le même nid que lors de leur baguage. Sur 22 autres nids, nous n'avons contrôlé qu'un oiseau, mais dans tous les cas il s'agissait d'un membre du couple installé à cet endroit en 1963-1964.

Nous n'avons à signaler que deux cas de changement de nid. En 1963-1964, la femelle FL 3138 était installée au nid 41 avec FL 3209. L'année suivante, nous la retrouvions sur un nouveau nid, à une dizaine de mètres de l'ancien, avec un partenaire non bagué. Son ancien partenaire, FL 3209, n'était pas retrouvé. Cette année-là (1964-1965), le nid 41 était occupé par le mâle FL 3140 provenant du nid 48 et une femelle non baguée.

Chez les Damiers du Cap, 6 couples contrôlés en 1964-1965 étaient composés des mêmes oiseaux, et installés sur le même nid que lors du cycle reproducteur précédent. Sur 17 autres nids, l'oiseau contrôlé était un partenaire du couple installé sur ce nid en 1963-1964.

Quelques cas de divorces et de changements de nids sont cependant à signaler. En 1964-1965, les couples 8 et 19 s'installaient sur un nouvel emplacement, à peine distant d'un mètre de l'ancien. Le couple 36, par contre, s'écartait d'une dizaine de mètres de son ancien nid. Le nouvel emplacement choisi semblait offrir une meilleure protection contre les vents. Enfin, le nid 20, vide en 1963-1964, était occupé l'année suivante par un couple formé d'un oiseau installé au nid 13, à quelques mètres de là, l'année précédente.

En 1964-1965, la femelle FL 3205, provenant du nid 32, s'installait au nid 5. Elle était alors accouplée avec le mâle FL 3102 installé au nid 14 en 1963-1964. Ces trois nids, 5, 14 et 32 n'étaient

distants les uns des autres que de quelques mètres. En 1964-1965, le couple 18 était constitué du mâle FL 3231 installé à ce nid l'année précédente, et de la femelle FL 3234 provenant du nid 51, distant de quelques mètres. Les partenaires de ces oiseaux en 1963-1964 n'étaient pas revus à la colonie cette année. La situation était analogue au nid 22. Le couple de 1964-1965 était composé de FL 3116 l'ancien occupant, et de FL 3134 provenant du nid 15, peu éloigné.

Les choses semblent se dérouler de la même façon *chez le Pétrel géant*. Nous n'avons contrôlé en 1964-1965 qu'un petit nombre d'oiseaux bagués en 1963-1964. Quatre d'entre eux étaient installés au même nid. Le cinquième s'était déplacé de quelques mètres seulement.

En règle générale, donc, chez trois espèces, les oiseaux reviennent chaque année au même nid, avec le même conjoint. Le changement de partenaire ou de nid est presque toujours dû à la disparition du partenaire de l'année précédente. Les cas de divorce semblent extrêmement rares.

Chez les espèces étudiées, les oiseaux paraissent revenir individuellement à la colonie, et les couples ne se reformer que sur le nid. Chez les Pétrels des neiges, le jour de leur réoccupation, 68 % des nids étaient occupés par un oiseau solitaire et 32 % par un couple (34 nids). Remarquons de plus que les deux partenaires des couples n'étaient pas obligatoirement arrivés ensemble, mais peut être indépendamment l'un de l'autre, le même jour. Chez le Damier du Cap, les chiffres étaient de 76 % pour les oiseaux solitaires, et de 24 % pour les couples (50 nids). Chez le Pétrel géant, ils atteignaient 59 % pour les oiseaux solitaires et 41 % pour les couples (22 nids).

Au mois d'octobre, les Damiers du Cap faisaient des séjours fréquents à leurs colonies. Sur 54 nids observés entre leur réoccupation et la fin du mois d'octobre, sur 682 jours de visites possibles, 294 jours de visites étaient réellement observés (43,1 %). Dans 49,5 % des cas, les visites étaient effectuées par des couples, dans 50,5 % des cas par des oiseaux solitaires. Les visites à la colonie duraient en moyenne un peu plus de deux jours (de 1 à 7 jours). Le nombre des oiseaux présents à la colonie variait entre 0 et 81 % du nombre des oiseaux ayant réoccupé leur nid (moyenne 50 %).

Pendant la même période, les visites des Pétrels des neiges étaient beaucoup moins fréquentes. Sur 34 nids observés entre leur réoccupation et la fin du mois d'octobre, sur 792 jours de visites possibles, 96 jours de visites étaient réellement observés (12,1 %). Dans 30,1 % des cas, les visites étaient effectuées par des couples,

dans 69,9 % des cas par des oiseaux solitaires. Les visites à la colonie duraient en moyenne un peu plus de 1 jour (de 1 à 4 jours). Le nombre des oiseaux présents à la colonie variait entre 0 et 100 % du nombre des oiseaux ayant reoccupé leur nid (moyenne 23 %).

La timidité des Pétrels géants de Pointe Géologie ne nous a pas permis de faire le même travail de contrôle des nids. Certaines visites ont pu être vérifiées avec précision toutefois, pendant la période s'étendant entre l'arrivée des oiseaux à la colonie et la fin de septembre, avant l'exode précédant la ponte. Dans 55 % des cas, elles étaient effectuées par des couples, dans 45 % des cas par des oiseaux solitaires. Les visites à la colonie duraient en moyenne 2 jours (de 1 à 4 jours). Enfin, le nombre des oiseaux présents à la colonie variait entre 0 et 42,8 % du nombre total des oiseaux (moyenne 8,6 %) (fig. 3).



Fig. 3. — Nombre de Pétrels géants observés quotidiennement à la colonie entre la première arrivée et la première ponte.

Le tableau III compare ces résultats avec ceux obtenus chez le Fulmar antarctique (Mougin 1967).

Il semble donc que les séjours que font les oiseaux à la colonie soient d'autant plus longs et fréquents que leur arrivée est plus tardive.

La copulation se produit pendant cette période du cycle reproducteur. Chez le Pétrel géant, la première a été observée le 23 septembre, les dernières à la fin du mois d'octobre. La copulation ne se produisant pas toujours sur le nid, et l'identification des oiseaux étant difficile, nous ne pouvons citer que peu de chiffres pour la

période séparant la copulation de la ponte. Cependant au nid 17, une copulation a été observée 15 jours avant la ponte, et 21 jours avant la ponte au nid 25. La copulation se produit parfois entre oiseaux non accouplés. Ainsi, le 10 octobre, deux mâles copulaient alternativement avec la même femelle, en dehors de tout nid.

TABLEAU III

	Daption	*Fulmarus*	*Pagodroma*	*Macronectes*
Nb. jours occ. (%)	43,1	40,4	12,1	
Occ. par couples (%)	49,5	61,0	30,1	55,2
Occ. par solitaires (%)	50,5	39,0	69,9	44,8
Durée des visites (jours)	2,2	2,5	1,3	2,0
Nb. oiseaux présents (%)	50	43	23	8,6
Date d'arrivée	13.X	6.X	Fin IX	12.VII

Chez le Pétrel des neiges, des copulations ont été observées entre le 18 novembre il est très probable qu'elles avaient commencé avant cette date et le 18 décembre. Au nid 14, une copulation s'est produite 22 jours avant la ponte. Brown (1966) cite des chiffres compris entre 24 et 30 jours avec une moyenne de 26,5 jours.

Nous n'insisterons pas sur le comportement des oiseaux à cette époque du cycle reproducteur. Notons cependant la fréquence et la violence des batailles territoriales, particulièrement chez les Pétrels géants et les Pétrels des neiges. Le 10 octobre, un jeune mâle de cette espèce pénétrait sur le territoire d'un couple. Après les tentatives d'intimidation habituelles, il était attaqué par l'occupant du territoire. La bataille dura plus d'une heure sans interruption, et le jeune mâle mourait, sans lésions apparentes, probablement d'épuisement, à la fin du conflit.

Divers auteurs ont montré que les Procellariens s'absentaient de leur colonie quelques jours avant la ponte. Cet exode des oiseaux existe aussi chez les Procellariens de Terre Adélie.

La figure 4 montre les séjours à la colonie des mâles et des femelles de 46 nids de Pétrels des neiges dans les 25 jours précédant la ponte. Entre le 25ᵉ et le 15ᵉ jour, le nombre des oiseaux présents à la colonie est faible, mais assez constant (12 % des mâles, 8 % des femelles) Ce nombre diminue considérablement à partir du 15ᵉ jour, les mâles faisant cependant des séjours à la colonie plus fréquents que les femelles. L'absence totale des mâles ne dure que deux jours, les 7ᵉ et 6ᵉ jours, mais ils commencent à revenir à partir du 5ᵉ jour. Les femelles sont totalement absentes de la colonie entre le 13ᵉ et le 3ᵉ jours avant la ponte, à l'exception

Nombre d'oiseaux observés

mâles

femelles

45

30

15

0

Nb de jours précédant la ponte

20

15

10

-5

0

Fig. 4. — Nombre de Pétrels des neiges observés quotidiennement au nid dans les 25 jours précédant la ponte (46 nids)

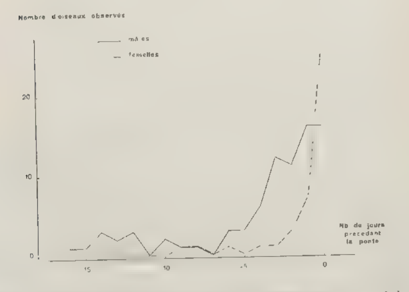


Fig. 5. - Nombre de Damiers du Cap observes quotidiennement au nid dans les 16 jours précédant la ponte (26 nids).

d'un unique oiseau observé le 12[e] jour. Il y a donc exode des deux sexes avant la ponte chez le Pétrel des neiges, mais l'exode des femelles est plus long que celui des mâles. En règle générale les mâles quittent la colonie plus tard et la regagnent plus tôt que les femelles. Certains mâles cependant ne reviennent qu'après la ponte. En moyenne, l'absence des mâles dure 14 jours (7 - 19 jours), celle des femelles 16 jours (7 - 20 jours) (Tableau IV).

A Anchorage Is. (BROWN 1966), l'absence des oiseaux semble être un peu plus longue qu'à Pointe Géologie.

TABLEAU IV

Nombre de Pétrels des neiges observés à la colonie dans les jours precédant la ponte (46 nids)

Nb. de j. av. la ponte		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nb. de mâles		8	10	5	3	2	0	0	1	3	2	3	0
Nb. de femelles		14	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Nb. de j. av. la ponte	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Nb. de mâles	2	5	8	4	8	8	12	3	5	5	6	2	1
Nb. de femelles	0	1	4	2	6	5	4	4	5	5	3	2	1

Il ne nous a pas été possible de contrôler le début de l'exode des Damiers du Cap. Cependant, la figure 5 montre clairement qu'il y a aussi chez cette espèce un exode des deux sexes avant la ponte, l'exode des mâles semblant plus court que celui des femelles. Le retour des oiseaux semble débuter un peu plus tôt que chez le Pétrel des neiges, tout au moins en ce qui concerne les mâles : aux alentours du 6[e] jour avant la ponte, les derniers oiseaux arrivant après la ponte. Les femelles sont totalement absentes de la colonie entre le 16[e] et le 10[e] jours précédant la ponte, et peut-être même avant. Elles sont rares jusqu'au 3[e] jour : jamais plus d'un oiseau sur 26 nids étudiés. A partir du 2[e] jour, leur nombre s'accroît considérablement. Ajoutons que l'exode des mâles peut atteindre au minimum 7 jours, et celui des femelles 5 jours (Tableau V).

TABLEAU V

Nombre de Damiers du Cap observés à la colonie dans les jours précédant la ponte (26 nids)

Nb. de j. av. la ponte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nb. de mâles	16	11	12	6	3	3	0	1	1	2	0	3	2	3	1	0
Nb. de femelles	7	3	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0

Nous avons mentionné par ailleurs la grande timidité des Pétrels géants de Pointe Géologie Les quelques informations que

nous avons pu recueillir permettent de penser que la durée de l'exode chez cette espèce est extrêmement variable. Ainsi, au nid 25, l'absence de la femelle durait 16 jours, celle du mâle 18 jours. Au nid 10, l'exode d'un des oiseaux durait 18 jours. Par contre, au nid 17, les deux conjoints ne s'absentaient que 6 jours. Enfin, au nid 2, les oiseaux étaient observés à intervalles réguliers dans les trois semaines précédant la ponte. Leurs absences ne duraient jamais plus de trois jours. Chez le Pétrel géant, l'exode semble moins marqué que chez le Damier du Cap ou le Pétrel des neiges.

La nidification

Les deux colonies de Pétrels géants de l'Archipel de Pointe Géologie sont orientées au sud-est. Elles sont établies sur des zones caillouteuses en pente douce (colonie de l'Ile des Pétrels) ou horizontales (colonie de l'Ile du Gouverneur), à des altitudes variables. Il existe une troisième colonie, sur l'Ile Jean Rostand, que les oiseaux fréquentent au moins depuis 1963-1964 mais où aucun œuf n'a été pondu cette année ni l'année suivante. Orientée dans la même direction que les précédentes, elle est établie sur des zones caillouteuses planes séparées par des pentes peu abruptes.

Son exposition au sud-est, face aux vents dominants, fait de la colonie de Pétrels géants une des régions de l'Ile des Pétrels où le pouvoir de refroidissement est le plus élevé. Par contre, les avantages fournis par cette orientation sont importants. La colonie, constamment balayée par les vents, s'enneige peu, et s'il se forme parfois quelques congères, elles disparaissent rapidement. D'autre part, l'envol et l'atterrissage des Pétrels géants sont difficiles, et grandement facilités par un vent violent. En l'absence de vent, la disposition en pente douce de la colonie permet une longue course, et un envol relativement aisé.

Le Pétrel géant est un nidificateur épigée typique (fig. 6) Si le nid est parfois adossé à un gros bloc de rocher, dans la quasi totalité des cas il est largement ouvert dans toutes les directions. Le nid proprement dit est, le plus souvent, entouré d'un cercle de blocs de pierre, hauts de vingt à trente centimètres, qui ne procure à l'oiseau qu'un abri négligeable Le 22 avril, la vitesse du vent au sol à l'extérieur du nid atteignait 23 m/s. Au sol, dans le nid elle n'atteignait plus que 3,8 m/s.

Le nid mesure cinquante à soixante centimètres de diamètre Il est constitué de cailloux, de quelques millimètres à plusieurs centimètres, et aussi d'objets hétéroclites : ossements ou fragments de peau d'oiseaux ou de phoques, squelettes de poussins d'une année précédente, débris métalliques divers, etc.

L'activité constructrice semble ne persister qu'à l'état vestigial, tout au moins chez les oiseaux qui possèdent un nid. Elle est réduite à de rares déplacements de cailloux, activité apparemment dépourvue de but puisqu'elle se manifeste aussi bien sur le nid qu'en dehors du nid. En raison du déclin de la colonie de l'Ile des Pétrels, les nids vides sont très nombreux, et il est probable que les jeunes reproducteurs s'installent sur un nid abandonné plutôt que d'en construire un. Par contre, les nids de l'Ile Jean Rostand sont tous de construction récente.

Notons enfin que le Pétrel géant n'entre en compétition territoriale avec aucune autre espèce en Terre Adélie.

Les Damiers du Cap sont beaucoup plus éclectiques dans le choix de leurs sites de nidification que les Pétrels géants. Si les colonies semblent être orientées préférentiellement dans la direction des vents dominants, les exceptions abondent, et de nombreux nids sont très abrités.

Les colonies de Damiers sont parfois établies dans des falaises plus ou moins abruptes, mais, la plupart du temps, on les trouve sur des zones planes. Le plus souvent, d'ailleurs, il y a une falaise à proximité, mais cela n'est pas la règle et plusieurs nids de l'Ile des Pétrels sont établis au niveau du sol.

Les Damiers du Cap ayant un envol relativement aisé, l'exposition au vent n'est pas indispensable. La présence presque constante de falaises à proximité des nids permet de toutes façons un départ aisé même en l'absence de vent. Les oiseaux de l'Archipel de Pointe Géologie ont colonisé des biotopes bien différents, chacun ayant ses avantages et ses inconvénients. Les colonies exposées au vent sont soumises à des conditions climatiques presque aussi sévères que celles des colonies de Pétrels géants, mais elles ne s'enneigent pas. Par contre, les colonies abritées du vent, si elles bénéficient de pouvoirs de refroidissement beaucoup plus faibles, s'enneigent, et le Damier du Cap ne semble pas particulièrement apte à de longs travaux de déneigeage. Par ailleurs, il n'est pas particulièrement volumineux, et sa résistance au froid paraît limitée. Malgré les adaptations que nous verrons par la suite, il semble parfois en atteindre la limite, et la mortalité à la colonie est alors considérable, comme c'était le cas par exemple en 1963-1964.

Le nid du Damier du Cap ressemble beaucoup à celui du Fulmar antarctique (fig. 6). Il est, le plus souvent, adossé à un rocher sur une de ses faces, et largement ouvert dans les autres directions. Parfois, il est plus ou moins encaissé, mais il n'est jamais, à notre connaissance tout au moins, semi-hypogée comme cela arrive parfois chez le Fulmar. Enfin, certains nids sont totalement à découvert.

Le nid proprement dit ne mesure que vingt à trente centimètres de diamètre. Il est constitué de cailloux et de débris hétéroclites.

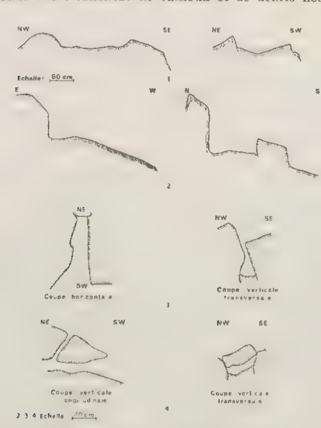


Fig. 6. — 1 : Coupe verticale de nid de Pétrels géants. 2 : Coupe verticale de nid de Damiers du Cap. 3 : Coupe de nid de Pétrels des neiges. 4 : Coupe de terrier de Pétrels de Wilson.

Comme chez le Pétrel géant, l'activité constructrice semble fortement atténuée chez le Damier du Cap. Les nids sont réoccupés d'une année à l'autre, pratiquement sans modifications. Les déplacements de cailloux existent également. Ils sont plutôt assimilables à une activité de substitution qu'à une activité réellement constructrice.

Un seul cas de compétition territoriale a été observé, avec un couple de Fulmars antarctiques. En 1963-1964, un nid était occupé alternativement par un couple de Damiers et par un couple de Fulmars. Aucun œuf n'était pondu. En 1964-1965, un couple de Fulmars était installé sur le nid, et s'y reproduisait. Le couple de

Damiers était installé sur un autre nid. Il s'agissait très probablement de deux couples nouvellement formés cherchant à s'installer.

Les colonies de Pétrels des neiges sont, dans leur grande majorité, orientées au sud-est ou au sud, face aux vents dominants. Il n'existe que quelques rares exceptions, souvent des petites colonies, voire même des nids solitaires. Les colonies sont presque toujours établies dans des zones d'éboulis, à des altitudes très variables, mais il en existe également dans des fissures de rocher.

Les Pétrels des neiges étant de trop petite taille pour pouvoir nicher à découvert dans les conditions climatiques antarctiques, ont adopté une nidification semi-hypogée qui leur procure de réels avantages. L'exposition aux vents dominants présente l'avantage de faciliter l'envol mais elle a surtout pour effet de limiter l'enneigement, qui reste cependant considérable dans les zones d'éboulis où sont établis les nids. Malgré l'aptitude des oiseaux à déneiger, l'obstruction des nids est un facteur de mortalité non négligeable.

Le nid du Pétrel des neiges est installé dans une chambre d'habitation sous un entassement de blocs de roches (fig. 6). La taille de la chambre est très variable. Elle communique directement avec l'extérieur, sans couloir d'entrée, par un ou plusieurs orifices. C'est dire que le vent n'est jamais totalement nul à l'intérieur du nid, et que la température est moins constante qu'elle ne le serait dans un nid moins ouvert. Il existe aussi des nids encaissés ou simplement adossés à un bloc de rocher.

Le nid proprement dit est très semblable à celui du Damier du Cap. Il mesure vingt à trente centimètres de diamètre. Il est le plus souvent constitué de cailloux de tailles diverses parfois mélangés à des objets hétéroclites, œufs abandonnés, ou poussins momifiés.

Enfin, nous n'avons pas observé de compétition territoriale entre Pétrels des neiges et oiseaux d'autres espèces.

Le Pétrel de Wilson est le seul Procellariien de Terre Adélie dont la nidification ne soit pas coloniale. Il existe cependant sur les îles de l'archipel des zones où la densité des nids est assez forte. Le Pétrel de Wilson niche partout où existent des éboulis ou des fissures dans les rochers. Le choix de tels sites impose une nidification dispersée. Les nids ne présentent aucune orientation préférentielle et sont établis à des altitudes très variables.

Sa petite taille, et donc l'impossibilité où il se trouvait de résister à des conditions climatiques sévères, ont contraint le Pétrel de Wilson à une nidification hypogée. Conséquence défavorable de ce choix, les terriers s'enneigent très facilement, et ceci constitue un facteur de mortalité très important pour l'espèce.

Le terrier du Pétrel de Wilson se compose d'une chambre d'habitation où est établi le nid, et d'un couloir d'accès (fig 6). Le volume de la chambre d'habitation est variable. Le couloir d'accès mesure une vingtaine de centimètres de longueur, parfois plus Il peut exister d'autres orifices. Le nid proprement dit mesure tout au plus vingt centimètres de diamètre. Il est constitué de cailloux de petite taille, et éventuellement d'objets divers comme chez le Pétrel des neiges.

Il n'existe aucune compétition territoriale entre le Pétrel de Wilson et une autre espèce. Chez toutes ces espèces, l'activité constructrice ne persiste qu'à l'état vestigial.

La ponte et l'incubation

En 1964-1965, à la colonie de Pétrels géants de Pointe Géologie, la ponte débutait le 20 octobre et s'achevait le 15 novembre, au bout de 26 jours. Dans les trois colonies de Pétrels des neiges observées, 51 œufs étaient pondus sur un total de 62 nids occupés (82,3 %) entre le 28 novembre et le 13 décembre (en fait entre le 5 et le 13 décembre puisque moins de 4 % des œufs étaient pondus entre le 28 novembre et le 5 décembre), avec un maximum le 8 décembre (9 œufs pondus, soit 17,6 % du nombre total). La période de ponte a donc duré 15 jours. Dans deux colonies de Damiers du Cap étudiées, 47 œufs étaient pondus sur un total de 63 nids (76,2 %), entre le 27 novembre et le 9 décembre, avec un maximum le 1er décembre (11 œufs pondus, 23,4 % du nombre total). La période de ponte a donc duré 12 jours. Enfin, le premier œuf de Pétrel de Wilson a été observé le 11 décembre, mais il n'est pas certain qu'il ait été le premier œuf pondu sur l'île. La période de ponte semble être très longue, puisque, lors du cycle reproducteur précédent, des œufs étaient encore pondus dans le courant du mois de janvier.

Le tableau VI indique les dates de ponte pour les années précédentes d'observation (Hureau 1961, Arnaud 1962, Guillard 1963, Prévost 1961). On voit qu'elles sont remarquablement constantes d'une année à l'autre.

Le tableau VIII donne le rapport du poids de l'œuf au poids de l'adulte chez les 4 espèces étudiées. On voit que l'œuf est d'autant plus gros que l'oiseau est plus petit.

On sait que, à l'exception parfois du Pétrel géant, les Procellariens étudiés ne pondent qu'un œuf. Nous pouvons citer deux exceptions à cette règle. Au nid de Damiers du Cap n° 38, la femelle était observée couvant un œuf récemment pondu le 1er décembre.

TABLEAU VI

Dates de ponte

Année	Pétrel geant		Pétrel des neiges			Damier du Cap			Pétrel de Wilson
	début	fin	début	fin	maximum	début	fin	maximum	début
1952-1953	23.X		4.XII	12.XII	5-8.XII	25.XI	5.XII	27.XI-2.XII	
1956-1957			2.XII	11.XII	5-8.XII	24.XI	5.XII	27.XI-2.XII	
1961-1962	31.X								
1962-1963	20.X (±)		6.XII			27.XI			26.XI
1963-1964	20.X								
1964-1965	20.X	15.XI	28.XI	13.XII	8.XII	27.XI	9.XII	1.XII	11.XII

TABLEAU VII

Mensurations des œufs de Pétrels étudiés

Espèces	Poids	Longueur	Diamètre	Auteur
Pagodroma nivea	61 (38-74) (32)	59,9 (51,7-65,6)	42,1 (36,9-45,8)	Mougin
	56,9 (49,2-65,0) (6)	58,7 (54,0-62,0) (13)	42,0 (39,5-45,0) (13)	Etchécopar et Prévost (1954)
	47,4 (41,0-55,0)	55,5 (59,1-51,1)	39,4 (41,8-37,3)	Brown (1966)
Daption capensis	67 (55-75) (27)	63,8 (59,0-67,2) (28)	43,3 (40,4-45,2) (28)	Mougin
	67,3 (58,55-77,86) (10)	63,0 (60,0-67,7) (15)	43,6 (41,0-45,8) (15)	Etchécopar et Prévost
Oceanites oceanicus	10,1 (8,5-11,0) (8)	33,4 (32,1-35,3) (9)	23,6 (22,0-24,4) (9)	Mougin
		33,4 (28,0-36,0) (20)	24,2 (22,5-27,4) (2)	Roberts (1940)
Macronectes giganteus	268 (253 et 283) (2)	105,7 (97,2-114,3) (8)	66,5 (64,7-67,8) (8)	Mougin
	233,8 (220,5-244) (5)	100 (96-102)	65,3 (63-67)	Etchécopar et Prévost
		104.5 (101-111) (4)	66,7 (64-69)	Paulian (1953)

TABLEAU VIII

	Poids de l'œuf (g)	Poids de l'adulte (g)	Rapport Poids œuf / Poids adulte
Macronectes	268	4500	5,9 %
Daption	67	472	14,2 %
Pagodroma	61	408	14,9 %
Oceanites	10,1	34,3	29,4 %

Elle était relayée le lendemain par le mâle. Du 3 au 5, l'œuf était couvé très irrégulièrement par le mâle. Le 6, l'œuf était rejeté hors du nid. La femelle était installée sur le nid, couvant un second œuf. Elle était relayée dans la journée par le mâle, et dès lors, l'incubation se déroulait normalement. Au nid 3 de Pétrels de Wilson, un oiseau était observé le 20 décembre couvant deux œufs récemment pondus. Encore que la ponte n'ait été observée dans aucun cas, il semble probable, au moins pour les Damiers, que la même femelle a pondu les deux œufs. Ajoutons que les Procellariens de petite taille ne semblent pas capables de mener à bien l'incubation de deux œufs. L'expérience a été faite avec un couple de Damiers. Les deux œufs ont été acceptés et couvés par les oiseaux, mais ils étaient mal abrités, et aucun d'entre eux n'a éclos.

Dans deux colonies de Pétrels des neiges, au cours de la période d'incubation en 1964-1965, le sexe des couveurs de 37 nids était contrôlé lors de visites quotidiennes. Le tableau IX montre le rôle joué par chacun des deux conjoints dans l'incubation. Après la ponte, la femelle reste peu de temps sur son œuf, moins d'un jour en moyenne, 3 jours au maximum. Inversement, le premier séjour du mâle au nid est long, plus de 6 jours en moyenne (de 3 à 11 jours). Par la suite, les séjours du mâle et de la femelle au nid s'égalisent aux alentours de 3 ou 4 jours. Ils se réduisent progressivement à l'approche de l'éclosion. En moyenne, pour l'ensemble de la période d'incubation, les séjours du mâle durent 4,7 jours, ceux de la femelle 3,2 jours. De la ponte à l'éclosion, il y a, selon les nids, de 9 à 18 relais. La figure 7 indique le sexe des couveurs présents aux nids étudiés entre la ponte et l'éclosion.

Les résultats obtenus par BROWN (1966) pour 9 nids de Anchorage Island diffèrent sensiblement des nôtres. Les oiseaux de cette localité font, en effet, des séjours au nid beaucoup plus longs que ceux de Pointe Géologie. Pour l'ensemble de l'incubation, les séjours du mâle durent 8,3 jours, ceux de la femelle 6,1 jours. De la ponte à l'éclosion, il y a, selon les nids, 6 ou 7 relais. Le climat plus clément de la région de Davis peut expliquer ces différences

Un travail analogue a été effectué à la même époque sur 25 nids de Damiers du Cap (Tableau X). Comme chez les Pétrels des neiges, la femelle ne s'attarde pas au nid après la ponte, un jour en moyenne, 3 jours au maximum. Le premier séjour du mâle sur l'œuf est long, plus de 5 jours en moyenne (de 2 à 11 jours). Par la suite, ces séjours du mâle et de la femelle se situent aux alentours de trois ou quatre jours, et se réduisent progressivement à

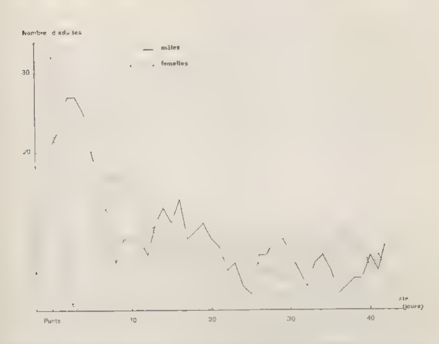


Fig. 7. — Le rôle des mâles et des femelles dans l'incubation chez les Pétrels des neiges.

l'approche de l'éclosion. En moyenne, pour l'ensemble de l'incubation, les séjours du mâle durent 4,0 jours, ceux de la femelle 3,0 jours. De la ponte à l'éclosion, il y a, selon les nids, de 12 à 18 relais. On voit que les séjours au nid des Damiers du Cap sont légèrement plus brefs que ceux des Pétrels des neiges. Cela est dû au fait que ces derniers nichent dans des terriers, supportant donc des pouvoirs de refroidissement plus faibles que ceux des Damiers du Cap. La figure 8 indique le sexe des couveurs présents dans les nids étudiés entre la ponte et l'éclosion.

Nous n'avons pu faire le même travail chez les Pétrels géants qu'à partir du 25 novembre, soit approximativement un mois avant les premières éclosions. Pour cette seconde moitié de l'incubation,

TABLEAU IX

Le rôle des mâles et des femelles dans l'incubation chez *Pagodroma nivea*

Durée des séjours au nid	1e période	2e période	3e période	4e période	5e période	6e période	7e période	8e période	9e période	10e période	11e période	12e période	13e période	14e période	15e période
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	
Moins de 1 jour	23														
1 jour	7			1						1	1	1		1	1
2 »	6		5		1	3	5	5	1	3	2	3		1	
3 »	1	2	5	5	1	2	1	2	3	2	2		4		1
4 »		1	4	8	5	4	2	2	5	3	2				
5 »		9	5	3	1	2		1	2	1	1	1		1	
6 »		8	5	1	2		3	1	1	1					
7 »		8	3	1	1	1	1	1							
8 »		5	5	2	1										
9 »		1													
10 »		2													
11 »		1													
Moyenne	0,9 j	6,5 j	4,9 j	4,4 j	4,3 j	3,8 j	3,8 j	3,[illegible] j	[illegible],3 j	3 j	3 j	2,4 j	3,0 j	2,7 j	2,[illegible] j

TABLEAU X

Le rôle des mâles et des femelles dans l'incubation chez *Daption capensis*

Durée des séjours au nid	1e période	2e période	3e période	4e période	5e période	6e période	7e période	8e période	9e période	10e période	11e période	12e période	13e période	14e période	15e période	16e période
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	[illegible]	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Moins de 1 jour	11															
1 jour	9			2	3	3	1					1	2	3	3	1
2 »	3	1	6	2	5	4	5	3	1	2	3		3	3		
3 »	2	2	7	8	11	4	4	1	4	4	3	3	2	2		
4 »		6	8	3	2	5	4	4	6	4	6	4	2	1	1	
5 »		7	2	6	2	4	1	6	2	3	1	3	2	2	1	
6 »		4	2	2	1			1	2	1		1	1			
7 »		2		2						1	1	1				
8 »		1										1				
9 »											1					
10 »		1											1			
11 »		1														
Moyenne	1,1 j	5,1 j	3,5 j	3,9 j	2,9 j	3,2 j	2,9 j	4,1 j	4 [illegible]	4,0 j	[illegible]	4,4 j	3,7 j	2,6 j	2,4 j	[illegible]

Source MNHN, Paris

les durées des séjours des mâles et des femelles sont très voisines, aux alentours de trois ou quatre jours, peu différentes par conséquent de celles des espèces précédemment étudiées.

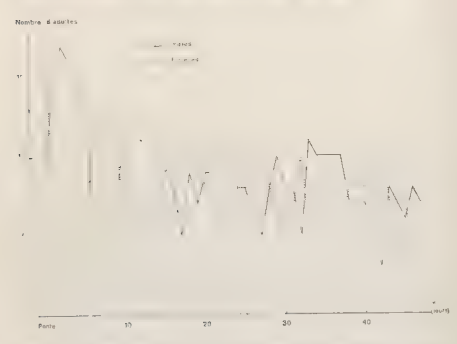


Fig. 8. — Le rôle des mâles et des femelles dans l'incubation chez les Damiers du Cap.

Aucun travail analogue n'a été effectué chez le Pétrel de Wilson. Pour Roberts (1940), la relève des couveurs a lieu approximativement toutes les 48 heures.

Les oiseaux de ces différentes espèces sont incapables de reconnaître leur œuf. Des expériences de changement d'œufs ont été effectuées chez les Damiers du Cap et les Pétrels des neiges. Dans tous les cas, l'incubation s'est poursuivie normalement. Bien plus, les oiseaux paraissent ne pas pouvoir reconnaître l'œuf de leur espèce. Deux œufs de Pétrels des neiges et de Damiers du Cap ont été intervertis. Dans les deux cas, les parents adoptifs ont poursuivi l'incubation, et mené à son terme l'élevage du poussin de l'autre espèce. Le « besoin d'incubation » des oiseaux permet de leur faire couver des objets hétéroclites comme cailloux arrondis ou balles de ping pong. Ce besoin peut persister un certain temps après la perte de l'œuf. Ainsi, un Damier a été observé sur son nid, ayant conservé l'attitude et les réactions du couveur, alors que son

œuf avait roulé hors du nid. Encore qu'il ait été parfaitement visible, l'oiseau ne faisait aucune tentative pour le récupérer. Replacé dans le nid, l'œuf a été immédiatement repris par l'adulte.

La température de la peau nue de la poche incubatrice atteignait en moyenne 36°7 (36°0 - 37°5) chez 15 Pétrels des neiges, 37°1 (35°5 - 38°0) chez 10 Damiers du Cap, 36°5 (35°8 et 37°2) chez 2 Pétrels géants.

Dans trois colonies de Pétrels des neiges, les éclosions se produisaient entre le 15 et le 31 janvier 1964 (36 nids), et entre le 18 et le 29 janvier 1965 (14 nids), avec un maximum le 21 janvier 1964 (12 éclosions, 33,3 %) et le 22 janvier 1965 (4 éclosions, 28,6 %).

La durée d'incubation a été déterminée sur 14 nids au cours du cycle reproducteur 1964-1965. Elle atteignait, en moyenne, 45 jours (de 42 à 49 jours), entre la ponte et la fin de l'éclosion — le début de l'éclosion se produisait aux alentours du 43e jour (de 41 à 47 jours). Le tableau XI indique les durées d'incubation pour les 14 œufs observés.

TABLEAU XI

Durée d'incubation (j.)	42	43	44	45	46	47	48	49
Nombre d'éclosions	1	2	3	2	4	0	1	1

Prévost (1961) cite pour l'année 1956 des chiffres approximatifs allant de 38 à 42 jours. Arnaud (1962) indique 45 jours entre la première ponte (6 XII) et la première éclosion (20 I). Il est possible que la durée d'incubation varie légèrement d'une année à l'autre. Pour les régions de Mawson et Davis, Brown (1966) cite une durée d'incubation moyenne de 43 jours (41 - 44 jours), légèrement plus courte que la nôtre.

Dans deux colonies de Damiers du Cap, les éclosions se produisaient entre le 11 et le 31 janvier 1964 (33 nids), avec un maximum le 20 (5 éclosions, 15,2 %), et entre le 12 et le 26 janvier 1965 (16 nids), avec un maximum le 18 (3 éclosions, 18,7 %).

La durée d'incubation a été déterminée sur 15 nids en 1964-1965. Elle atteignait, en moyenne, 47 jours (de 43 à 50 jours). Le tableau XII indique les durées d'incubation pour les 15 œufs contrôlés.

TABLEAU XII

Durée d'incubation (j.)	43	44	45	46	47	48	49	50
Nombre d'éclosions	1	1	0	3	7	1	0	2

Prévost (1964) cite pour l'année 1952 des chiffres compris entre 43 et 46 jours, la majorité atteignant 44 et 45 jours, chiffres légè-

rement inférieurs aux nôtres. Il est possible que la perturbation croissante apportée par l'homme aux colonies de Damiers entraîne un allongement de l'incubation. Notons enfin que DOWNES, EALEY, GWYNN et YOUNG (1959) citent la valeur approximative de 45 jours pour la durée d'incubation à Heard Island.

A la colonie de Pétrels géants de l'Ile des Pétrels, les éclosions se produisirent en 1963-1964 entre le 25 décembre et le 5 janvier (20 nids), avec un maximum les 29 et 31 décembre (4 éclosions, 20 %), et en 1964-1965 entre le 22 décembre et le 8 janvier (10 nids), avec un maximum le 25 décembre (3 éclosions, 30 %). La première éclosion intervenait le 27 décembre 1961 (HUREAU 1961) et aux alentours du 26 décembre 1962 (ARNAUD 1962). Il y a peu de variations d'une année à l'autre.

La durée d'incubation a été déterminée sur 10 nids en 1964-1965. Elle atteignait en moyenne 59 jours (55 à 61 jours). Le tableau XIII indique les durées d'incubation pour les 10 œufs contrôlés.

TABLEAU XIII

Durée d'incubation (j.)	55	56	57	58	59	60	61
Nombre d'éclosions	1	1	1	1	2	1	3

PREVOST (1964) cite un chiffre pour la Terre Adélie : 60 jours. WARHAM (1962) indique 11 durées d'incubation comprises entre 57 et 62 jours pour Macquarie Island. Les valeurs de DOWNES, EALEY, GWYNN et YOUNG (1959) pour des oiseaux de Heard Island — approximativement 70 jours — sont sensiblement plus élevées que les nôtres.

La détermination de la durée d'incubation a été effectuée sur 4 nids de Pétrels de Wilson. Les chiffres obtenus varient entre 38 et 46 jours, avec une moyenne de 41 jours. Ces valeurs sont un peu inférieures à celles données par ROBERTS (1940) pour les oiseaux des Argentine Islands : 39 à 48 jours, 43 jours en moyenne. On sait que les oiseaux des îles Argentines peuvent abandonner leurs œufs pendant un certain temps au cours de l'incubation, sans que le développement de l'embryon en soit compromis. Un tel comportement n'a jamais été observé en Terre Adélie où les conditions climatiques extrêmes ne semblent pas le permettre. Les œufs étant couvés plus régulièrement, leur développement est plus rapide.

L'ÉLEVAGE DES POUSSINS

Au cours de la période d'élevage, des poussins étaient pesés et mesurés tous les trois jours. En même temps, nous prenions leur

température, et faisions des observations sur leur état de mue. Au début de la croissance cette étude était effectuée sur 25 poussins de Damiers du Cap, autant de poussins de Pétrels des neiges, 6 poussins de Pétrels de Wilson et 11 poussins de Pétrels géants. Par la suite, la mortalité réduisait quelque peu le nombre de nos sujets d'étude.

On sait que chez le Fulmar antarctique, la période d'élevage du poussin se divise en trois parties. Dans une première phase, sa thermorégulation très imparfaite l'oblige à s'abriter sous son parent. Dans la seconde, il est partiellement émancipé et stationne sur le nid à côté de ses parents, n'ayant recours que de façon très exceptionnelle à l'abri qu'ils peuvent lui offrir. Enfin dans la troisième, il est laissé seul au nid. Les parents ne reviennent plus à la colonie que pour le nourrir.

Ces trois phases se retrouvent chez le Damier du Cap et le Pétrel géant. Chez le Pétrel de Wilson, le poussin est laissé seul au nid très peu de temps après sa naissance (Roberts 1940). Chez le Pétrel des neiges, au cours du cycle reproducteur 1963-1964, la durée de l'émancipation partielle était très réduite. En aucun cas elle n'atteignait 24 heures [1].

Acquisition de l'homéothermie

Dans les premiers jours de leur vie, la température rectale des poussins abrités par leurs parents est relativement basse (Tableau XIV). Rappelons qu'elle atteignait 37°8 (32°4 - 39°5) pour 40 mesures chez le Fulmar antarctique (Mougin 1967). Prévost (1964) cite des chiffres analogues aux nôtres : 37°3 (36°7 - 38°2) pour 7 poussins de Pétrels des neiges, et 37°9 pour 16 poussins de Damiers du Cap.

Les poussins sont incapables de maintenir leur température constante si on les soustrait à l'abri parental. Cette expérience a été réalisée chez un poussin de Pétrel géant. Par une température ambiante de +1°2 et un vent nul, la température du poussin 28 âgé de 1 jour tombait à 34°0 en 1 minute 30. La diminution était par la suite beaucoup plus lente. La température atteignait 32°1 au bout de 20 minutes.

Un poussin de Pétrel géant âgé d'un jour est déjà capable d'une certaine thermogenèse. Exposé au froid, il s'agite ou frissonne, et peut ainsi augmenter momentanément sa température centrale.

(1) Les séjours des parents au nid entre la naissance et l'émancipation du poussin durent en moyenne 3 jours chez les Pétrels des neiges (de 2 à 7 jours), 3 jours également chez les Damiers du Cap (de 1 à 9 jours), et 2 jours chez les Pétrels géants (de 1 à 7 jours).

TABLEAU XIV

Températures rectales de poussins et d'adultes chez *Daption capensis*, *Pagodroma nivea*, *Macronectes giganteus* et *Oceanites oceanicus*

	Pagodroma nivea	*Daption capensis*	*Macronectes giganteus*	*Oceanites oceanicus*
Poussins				
— avant émancipation	37°7 (36°1 39°0) (24)	37°9 (36°3 39°1) (26)	37°7 (34°3 39°0) (40)	
— première émancipation		38°3 (36°0-39°1) (16)	38°8 (38°3-39°2) (9)	
— deuxième émancipation	38°8 (37°5-40°4) (102)	38°7 (37°0-39°7) (40)	38°8 (36°6-39°8) (183)	37°8 (34°9-39°5) (33)
— moyenne	38°6 (36°1-40°4) (126)	38°4 (36°0-39°7) (82)	38°6 (34°3-39°8) (232)	37°8 (34°9-39°5) (33)
Adultes	38°9 (37°9-40°1) (30)	38°8 (38°1-40°8) (35)		38°7 (38°4-38°8) (3)

Les premières sorties hors des poches incubatrices des parents s'effectuaient chez les poussins de Damiers du Cap aux alentours du 12e jour (10 - 14) (13 poussins) en 1963-1964, aux environs du 11e jour (10 - 13) (11 poussins) en 1964-1965, et vers le 17e jour (15 - 19) chez 13 poussins de Pétrels géants (1). La première partie de l'élevage du poussin atteint donc 25 % de la durée totale de l'élevage chez le Damier du Cap, et 14 % seulement chez le Pétrel géant. Chez le Fulmar antarctique, elle atteint 23 % (MOUGIN 1967). Le poids atteint par les poussins lors de ces premières sorties est en moyenne de 220 g (185 - 255 pour 7 poussins) chez le Damier du Cap (52 % du poids de l'envol), de 1130 g (960 - 1330 pour 6 poussins) chez le Pétrel géant (29 % du poids à l'envol). Rappelons que chez le Fulmar antarctique, il est en moyenne de 430 g (210 - 685 pour 7 poussins), 49 % du poids à l'envol. Chez le Pétrel des neiges et le Pétrel de Wilson, les poussins n'étaient jamais observés stationnant à côté de leurs parents. La première émancipation n'a pas été constatée chez ces deux espèces au cours du cycle reproducteur 1963-1964, ou tout au moins était trop brève pour pouvoir être observée lors de visites quotidiennes. Le cas s'est aussi présenté, mais exceptionnellement, chez les Damiers du Cap.

Pendant cette seconde partie de l'élevage, où le poussin se tient au nid à côte de son parent, sa température rectale est pratiquement égale à celle qui sera la sienne après son émancipation (Tableau XIV). Il semble donc que la thermorégulation parfaite est établie au moment de la première sortie du poussin hors de la poche incubatrice de son parent. En fait, à ce moment, il est exceptionnel de voir un poussin recourir à l'abri de ses parents, même lors de journées très froides ou lors de chutes de neige. L'homéothermie paraît donc être acquise par les poussins de Damier du Cap aux alentours du 12e jour et par les poussins de Pétrel géant vers le 17e jour. Pour PRÉVOST (1964), l'homéothermie du poussin de Damier du Cap est acquise entre le 11e et le 14e jours.

L'émancipation du poussin se produisait chez les Damiers du Cap vers le 16e jour (6 - 27) (16 poussins) en 1963-1964, vers le 19e jour (13 - 27) (12 poussins) en 1964-1965, chez 27 poussins de Pétrels des neiges aux environs du 8e jour (6 - 13), beaucoup plus tard que ne le supposait MAHER (1962), chez 15 poussins de Pétrels géants autour du 22e jour (14 - 27). Enfin, chez deux poussins de Pétrels de Wilson, elle était effective au 2e jour (2).

(1) WARHAM (1962) cite les chiffres compris entre 15 et 24 jours.

(2) Si l'émancipation était très tardive chez les Pétrels des neiges en 1963-1964, il n'en allait pas de même l'année suivante. La première émancipation se produisait aux alentours du 8e jour (5-10 jours pour 9 poussins), la seconde vers le 12e jour (8-15 jours pour 8 poussins). Quatre poussins, cependant, étaient seuls au nid, au 8e jour (5-11 jours), comme cela avait

La période précédant l'émancipation atteignait donc 33 % de la durée de la période d'élevage chez le Damier du Cap, 16 % chez le Pétrel des neiges, 18 % chez le Pétrel géant, et 4 % chez le Pétrel de Wilson. Le poids à l'émancipation était de 285 g (125 - 440) chez 9 poussins de Damiers du Cap (67 % du poids à l'envol), 145 g (85 - 210) chez 13 poussins de Pétrels des neiges (40 % du poids à l'envol), 1530 g (1145 - 1860) chez 7 poussins de Pétrels géants (40 % du poids à l'envol).

Pendant leur période de vie solitaire à la colonie, les températures rectales des poussins (Tableau XIV) sont très voisines de celles des adultes, à l'exception du poussin de Pétrel de Wilson.

La thermorégulation est donc acquise vers le 2e jour chez le poussin de Pétrel de Wilson (4 % de la durée de la période d'élevage), aux alentours du 8e jour chez le poussin de Pétrel des neiges (16 %), autour du 12e jour chez le poussin de Damier du Cap (25 %), aux environs du 17e jour chez le poussin de Pétrel géant (14 %). Rappelons que chez le Fulmar antarctique, elle est acquise vers le 12e jour (23 %) (MOUGIN 1967).

Le tableau XIV indique aussi la température moyenne des poussins pendant la durée de leur croissance.

La croissance pondérale et staturale

Le tableau XV donne les poids et les mensurations à la naissance des poussins.

TABLEAU XV

Spécimens	Poids g	L.T. mm	Aile mm	Culmen mm	Onglet mm	Tarse mm	D.M.A mm
Macronectes (4)	155	200	37,0	33,2	17,0	26,5	34,0
Daption (3)	43	121	22,7	15,8	9,7	18,3	22,9
Pagodroma (6)	40	124	21,0	14,0	9,1	16,6	21,2

La croissance pondérale et staturale se fait de façon analogue chez les 4 espèces étudiées. Après une période de croissance rapide, l'augmentation de taille et de poids est plus lente. Cette inflexion

été le cas en 1963-1964. Les poussins de Anchorage Island (BROWN 1966) sont émancipés légèrement plus tôt que ceux de Pointe Géologie, entre le 4e et le 8e jour. Le climat plus clément de la région de Davis peut expliquer cette différence.

L'émancipation est d'emblée totale chez le Pétrel de Wilson. Elle l'est parfois chez le Pétrel des neiges. Elle ne l'est qu'exceptionnellement chez les autres Pétrels antarctiques. On voit que la nidification hypogée, qui crée un microclimat très favorable tend à supprimer la première phase de l'émancipation.

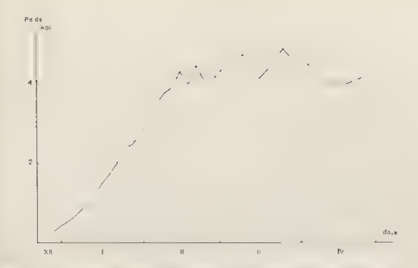


Fig. 9. — Croissance pondérale moyenne des poussins de Pétrels géants

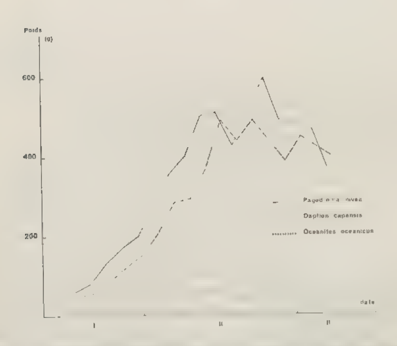


Fig. 10. — Croissance pondérale moyenne de poussins de Pétrels des neiges, de Damiers du Cap et de Pétrels de Wilson.

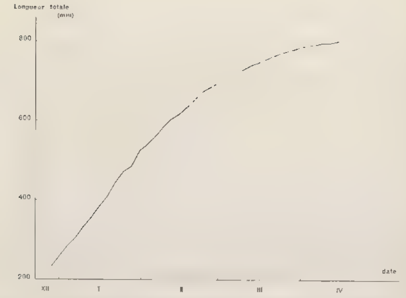


Fig. 11. — Croissance staturale moyenne des poussins de Pétrels géants.

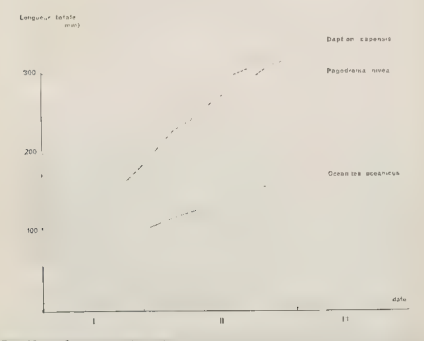


Fig. 12. — Croissance staturale moyenne des poussins de Pétrels des neiges, de Damiers du Cap et de Pétrels de Wilson.

TABLEAU XVI

	Age acquisition poids maximum (j.)	Poids maximum (g)	Durée acquisition poids maximum (% durée totale élevage)	Age envol (j.)	Poids à l'envol (g)	Durée période amaigrissement (% durée totale élevage)	Amaigrissement (% poids maximum)
Macronectes	78 (66-90) (7)	5215 (4250-6270)	66	119	3865 (2945-4845) (5)	34	26
Pagodroma	36 (28-45) (12)	500 (325-640)	73	49	365 (305-485) (12)	27	27
Daption	33 (26-37) (5)	680 (625-800)	69	48	425 (315-535) (5)	31	38
Fulmarus	33 (27-38)	1200 (940-1420)		53	880	38	27

TABLEAU XVIII

La mue des poussins

	Macronectes	*Pagodroma*	*Daption*	*Oceanites*
Apparition des 1re rémiges	31 j. ([illegible] %)	10 j. (20 %)	12 j. (25 %)	13 j. (24 %)
Vexillum des rémiges	36 j. (30 [illegible])	13 j. (26 %)	15 j. (31 %)	14 j. (25 %)
Apparition des 1re rectrices	37 j. (31 %)	13 j. (26 %)	14 j. (29 %)	1[illegible] j. (27 %)
Vexillum des rectrices	41 j. (34 %)	17 j. (35 %)	17 j. (35 %)	18 j. (3[illegible] %)
Apparition des pl. du dos	46 j. ([illegible] %)	19 j. (39 %)	19 j. ([illegible] %)	17 j. (31 %)
App. couvertures alaires	47 j. (39 %)	20 j. (41 %)	22 j. (46 %)	
App. pl. de la poitrine	52 j. (44 %)	22 j. (45 %)	23 j. (48 %)	18 j. (33 %)
App. pl. de la face	75 j. (63 %)	26 j. (53 %)	27 j. (56 %)	25 j. (45 %)
Zone médio-ventrale en pl. téléo.	84 j. (70 %)	41 j. (84 %)	43 j. (89 %)	
Tête en pl. téléo.	106 j. (89 %)	43 j. (88 %)	44 j. (92 %)	
Ailes en pl. téléo.	106 j. (8[illegible] %)	40 j. (82 %)		
Fin de la mue		47 j. (96 %)	47 j. (98 %)	51 j. (93 %)

des courbes se produit autour du 25e jour (50 % de la durée totale de l'élevage du poussin) chez le Pétrel des neiges et le Damier du Cap, vers le 50e jour (42 % de la durée totale de l'élevage du poussin) chez le Pétrel géant (fig. 9, 10, 11, 12).

Le poids maximum est atteint par les poussins pendant la période de croissance ralentie (Tableau XVI).

Pour Prévost (1964), un poids maximum de 549,6 g (423 - 624 pour 14 poussins), est atteint entre le 26e et le 39e jour chez le Pétrel des neiges, un poids maximum de 694 g (586 - 770 pour 12 poussins) est acquis environ 34 à 40 jours après l'éclosion chez le Damier du Cap. Warham (1962) n'indique pas le poids maximum des poussins de Pétrels géants à Macquarie Island, mais à 50 jours ils pesaient à peu près 4,5 kg, poids identique à celui atteint par les poussins de Pointe Géologie au même âge.

Entre l'acquisition du poids maximum et l'envol, le poids corporel diminue ainsi qu'il est indiqué au tableau XVI.

Prévost (1964) indique les chiffres suivants pour les poids des poussins à la dernière pesée précédant l'envol : 332 g (246 - 486) (14) chez le Pétrel des neiges et 489 g (340 - 675) (12) chez le Damier du Cap. Warham (1962) cite pour le poids à l'envol des poussins de Pétrel géant les valeurs extrêmes de 3,6 et 5,6 kg. Ces valeurs sont supérieures aux nôtres d'environ 700 g.

Chez les espèces étudiées, le poussin quittant la colonie a pratiquement atteint sa taille adulte. La croissance sera insignifiante par la suite (Tableau XVII).

TABLEAU XVII

Poids et dimensions des poussins en fin de croissance

	Spécimens	Poids g	L.T. mm	Aile mm	Queue mm	Culmen mm	Onglet mm	Tarse mm	D.M.A mm
Macronectes	(5)	3865	810	500	181	98,3	44,7	96,6	136,4
Daption	(5)	425	350	225	86	28,8	18,1	47,4	60,4
Pagodroma	(12)	365	355	250	105	21,4	13,8	37,6	48,9
Oceanites	(2)	57	170	142	56	12,7	7,7	35,2	30,5

Warham (1962) pense que les poussins de Pétrels géants sont abandonnés par leurs parents quelque temps avant l'envol. Cela ne semble pas avoir été le cas pour les oiseaux étudiés par nous, 5 d'entre eux montraient une augmentation de poids par rapport à la pesée précédente respectivement 10 jours, 5 jours, 4 jours, 3 jours et 1 jour avant leur envol. Les pesées étaient effectuées tous les trois jours. Dans ces conditions, un repas n'entraîne pas obligatoirement une élévation de poids perceptible à la pesée sui-

vante, l'amaigrissement entraîné par un jeûne de trois jours pouvant être supérieur à l'augmentation de poids consécutive au repas. Notons enfin que, à plusieurs reprises, un parent a été observé au nid, l'estomac plein, après l'envol de son poussin.

Acquisition par le poussin du premier plumage téléoptyle

Au cours des séances de mesure de la croissance, l'état de mue des poussins était observé. Les périodes d'élevage ayant des durées sensiblement différentes chez les quatre espèces étudiées, pour la clarté de l'exposé, nous donnerons les résultats en pourcentage de la durée totale de la période d'élevage (Tableau XVIII).

A la naissance, le poussin est entièrement recouvert de duvet blanc grisâtre chez le Pétrel géant, gris clair chez le Pétrel des neiges, gris-noir chez le Damier du Cap. Chez le Pétrel de Wilson, le duvet gris-noir ne recouvre pas entièrement la tête.

Les rémiges primaires sont les premières plumes téléoptyles qui apparaissent chez les poussins des quatre espèces (entre 20 et 25 % selon les espèces). Les rectrices externes n'apparaissent qu'un peu plus tard (entre 26 et 31 % selon les espèces). Pour ces deux types de plumes, les fourreaux ne s'ouvrent qu'au bout de 4 ou 5 jours.

Les plumes du dos commencent à apparaître à la fin du premier tiers de la période d'élevage (31 à 39 %), celles de la poitrine un peu plus tard. Elles sont alors complètement cachées dans le duvet et n'émergeront, à la suite de sa chute, que peu de temps avant l'envol. Les couvertures alaires commencent à pousser à la fin de la première moitié de la période d'élevage (40 à 50 %), au bord postérieur de l'aile. Gagnant de proche en proche, elles ne se développeront sur le bord antérieur de l'aile que vers le dernier quart de la période d'élevage.

Le plumage téléoptyle apparaît sur la tête au début de la seconde moitié de la période d'élevage, un peu plus tard sur le cou. Il ne sera complètement formé que peu de temps avant le départ du poussin de la colonie.

Au cours de la croissance, le duvet tombe progressivement au fur et à mesure de la pousse des plumes de contour. La zone post ventrale du corps du poussin est la dernière à être recouverte de plumage téléoptyle, peu de temps avant l'envol.

La mue n'est complètement terminée que quelques jours avant l'envol.

Durée de la période d'élevage des poussins

En 1963-1964, l'envol des poussins de Pétrels géants se produisait entre le 19 avril et le 10 mai, après 119 jours d'élevage (de

112 à 128 jours pour 15 poussins). L'année suivante, les poussins quittaient leurs nids entre le 14 et le 26 avril, après 111 jours d'élevage (de 104 à 118 jours pour 8 poussins). On constate donc qu'il existe une variation assez importante d'une année à l'autre, et que la période d'élevage de 1963-1964 semble avoir été particulièrement longue. En effet, PRÉVOST (1964) cite pour la Terre Adélie des dates d'envol comprises entre le 15 avril et le 10 mai 1952, et entre le 12 avril et le 10 mai 1956, correspondant à des durées d'élevage de 100 à 110 jours. Celles de WARHAM (1962) pour Macquarie Island varient entre 102 ± 4 jours et 117,5 ± 1,5 jours, avec une moyenne de 108 jours approximativement. Il est possible que des conditions météorologiques défavorables aient ralenti l'alimentation et la croissance des poussins en 1963-1964 et ainsi augmenté la durée de leur séjour au nid.

Chez le Pétrel des neiges, l'envol des poussins se produisait en 1963-1964 entre le 4 et le 16 mars, après 49 jours d'élevage (de 42 à 53 jours pour 23 poussins). L'année suivante, les poussins quittaient leurs nids entre le 28 février et le 17 mars, après 47 ± 1 jours d'élevage (de 41 à 51 jours pour 12 poussins). Ces valeurs s'accordent avec celles de PRÉVOST (1964) : 42 à 50 jours pour 14 poussins. Celles de BROWN (1966) sont par contre légèrement supérieures : de 48 à 54 jours, en moyenne 51 jours.

En 1963-1964, l'envol des poussins de Damiers du Cap se produisait entre le 3 et le 10 mars, après 48 jours d'élevage (de 47 à 50 jours pour 10 poussins). Ces valeurs sont voisines de celles de PRÉVOST (1964) : 45 à 50 jours pour 12 poussins.

Enfin, deux poussins de Pétrels de Wilson s'envolaient les 2 et 11 mars, après 55 jours d'élevage (54 et 56 jours). ROBERTS (1940) cite 52 jours comme durée minimum de la période d'élevage, mais ce chiffre peut être considérablement accru quand une alimentation irrégulière freine la croissance du poussin.

LA MORTALITÉ

Des visites quotidiennes aux colonies des quatre espèces étudiées nous ont permis d'établir un décompte précis des décès d'œufs, de poussins et d'adultes, et d'essayer d'en déterminer les causes.

Mortalité des adultes

Il faut insister tout d'abord sur le fait que peu d'adultes décèdent sur les territoires de reproduction. Comme c'est le cas chez les Manchots empereurs, la quasi-totalité des décès se produit pendant les séjours en mer.

Chaque année, pendant la pariade, les batailles entre adultes sont nombreuses. Elles ne se terminent qu'exceptionnellement par la mort d'un des deux combattants. Ceci s'est produit cependant le 10 octobre, chez les Pétrels des neiges (cf. ci dessus).

Les Skuas s'attaquent peu aux Pétrels. La petite quantité d'aliments que représentent ces derniers est en effet négligeable, et les quelques attaques observées sont probablement le fait d'oiseaux inexpérimentés. Nous avons mentionné par ailleurs (MOUGIN 1967), l'attaque d'un Fulmar par un Skua, probablement une tentative de prédation alimentaire. La même raison semble avoir motivé l'attaque d'un Petrel géant en vol. Mais, par contre, en décembre 1963 un Petrel des neiges était attaqué en vol, abattu et dévoré par plusieurs Skuas. Peu après, un second oiseau était retrouvé moribond, l'aile cassée et portant de nombreuses blessures, probablement infligées par les mêmes oiseaux. Le 14 décembre 1964, un Pétrel de Wilson qui s'était fracturé une aile en heurtant un câble était attaqué au sol et achevé par un Skua.

Lors des périodes de mauvais temps, il arrive que des oiseaux soient englacés sur leurs nids. Le plus souvent, ils se dégagent d'eux-mêmes. Parfois, ils ne le peuvent pas. Un Pétrel géant mourait de cette façon le 30 août 1963 (GUILLARD 1963), et un Pétrel de Wilson en février 1964.

TABLEAU XIX

Mortalité des adultes à la côte

	Pagodroma	*Daption*	*Macronectes*	*Oceanites*
Batailles	1			
Prédation par Skuas	2			1
Englacement			1	1

Mortalité au stade des œufs

En 1963-1964, à la colonie de Pétrels géants de l'Ile des Pétrels, 31 œufs ont été pondus, 20 poussins sont nés. La perte a donc été de 11 œufs (35,5 %) En 1964-1965, 20 œufs ont été pondus, et 10 abandonnés en cours d'incubation (50,0 %). Le tableau XX indique le nombre d'œufs désertés et le pourcentage que ce chiffre représente par rapport à la mortalité totale au stade des œufs par périodes de 15 jours pendant l'incubation.

TABLEAU XX

Date	1963-1964 Nb. œufs abandonnés	%	1964-1965 Nb. œufs abandonnés	%	Total Nb. œufs abandonnés	%
15-31 X	3	27,3	3	30,0	6	28,6
1-15 XI	3	27,3	0	0	3	14,3
16-30 XI	2	18,2	4	40,0	6	28,6
1-15 XII	1	9,1	0	0	1	4,7
16-31 XII	1	9,1	2	20,0	3	14,3
1-15 I	1	9,1	1	10,0	2	9,5

Le tableau XXI (nombre d'œufs abandonnés et pourcentage par rapport à la mortalité totale, par périodes de 10 jours à partir de la ponte) précise ces résultats pour le cycle reproducteur 1964-1965.

Les tableaux font apparaître deux périodes d'abandon maximum. La première, la plus importante, se situe dans les derniers jours d'octobre, c'est à dire dans les premiers jours suivant la ponte. 40 % des œufs abandonnés l'ont été dans les dix premiers jours d'incubation en 1964-1965.

La seconde période d'abandon maximum se situe à la fin décembre et au début janvier, soit à la fin de l'incubation. Ces œufs abandonnés tardivement sont, dans la plupart des cas, putréfiés

La colonie de l'Ile des Pétrels étant très fortement perturbée par la présence de l'homme, il est difficile de faire une étude précise des causes de mortalité des œufs. Néanmoins, le tableau XXII essaye de répondre à cette question.

L'abandon pur et simple de l'œuf par le couveur est la cause de mortalité la plus importante. Elle est due, le plus souvent, a un retard du partenaire non couveur, voire même à son décès en mer. Il semble peu probable que les Skuas exercent une prédation sur les œufs de Pétrels géants, en présence des couveurs. Mais ces oiseaux s'emparent parfois des œufs désertés, ne fût-ce qu'un instant. Certains couveurs, probablement inexpérimentés, laissent parfois leur œuf rouler hors du nid, ou le brisent accidentellement contre un rocher Enfin les œufs malhabilement couvés sont abandonnés, putréfiés, en fin d'incubation.

En 1963-1964, dans les trois colonies de Pétrels des neiges étudiées, 31 œufs sur 67 étaient abandonnés en cours d'incubation (46,3 %) [1], et 26 sur 48 (54,2 %) au cours du cycle reproducteur suivant (Tableau XXI).

(1) En 1963-1964, l'étude n'a été commencée chez le Pétrel des neiges et le Damier du Cap qu'à partir du 22 décembre, un peu après les premières pontes. Il est possible que la mortalité constatée ait été un peu inférieure à la mortalité réelle.

TABLEAU XXI

Chronologie des abandons d'œufs

Nombre d'œufs abandonnés

Age de l'œuf	Pétrel géant	Pétrel des neiges	Damier du Cap
0-10	4 (40,0 %)	11 (42,3 %)	9 (52,9 %)
11-20	1 (10,0 %)	10 (38,5 %)	1 (5,9 %)
21-30	2 (20,0 %)	3 (11,5 %)	3 (17,6 %)
31-40	1 (10,0 %)	0	0
41-50	1 (10,0 %)	2 (7,7 %)	3 (17,6 %)
51-60	0	0	1 (5,9 %)
61 et au-delà	1 (10,0 %)		

TABLEAU XXII

Causes de mortalité des œufs

Nombre d'œufs abandonnés

Causes d'abandon	Pétrel géant			Pétrel des neiges			Damier du Cap		
	1963-1964	1964-1965	Total	1963-1964	1964-1965	Total	1963-1964	1964-1965	Total
Désertion par couveur	1 (30,3 %)	4 (40,0 %)	8 (38,1 %)	20 (64,5 %)	16 (61,5 %)	36 (63,2 %)	9 (39,1 %)	9 (52,9 %)	18 (45,0 %)
Prédation	3 (2[illegible],3 %)	3 (30,0 %)	6 (28,6 %)	3 (9,7 %)	1 (3,8 %)	4 (7,0 %)	10 (43,5 %)	4 (23,5 %)	14 (35,0 %)
Maladresse du couveur	2 (18,2 %)	2 (20,0 %)	4 (19,0 %)	4 (12,9 %)	3 (11,5 %)	7 (12,3 %)	2 (8,7 %)	2 (11,8 %)	4 (10,0 %)
Putréfaction	2 (18,2 %)	1 (10,0 %)	3 (14,3 %)	2 (6,[illegible] %)	2 (7,7 %)	4 (7,0 %)	1 (4,3 %)	0	1 (2,5 %)
Enneigement				2 (6,5 %)	4 (15,4 %)	6 (10,5 %)	1 (4,3 %)	2 (11,8 %)	3 (7,5 %)

Comme chez le Pétrel géant, les premiers jours de l'incubation sont les plus meurtriers pour les œufs : les deux-tiers des œufs désertés ont été abandonnés dans les 15 jours suivant la ponte. Le nombre des abandons diminue par la suite, pour augmenter de nouveau à la fin de l'incubation. Ces pertes tardives étaient peu nombreuses en 1964-1965, mais au cours du cycle reproducteur précédent, 21 œufs étaient abandonnés entre le 16 et le 31 janvier, à la fin de l'incubation.

Le tableau XXII indique les causes d'abandon des œufs pour les deux cycles reproducteurs étudiés.

L'abandon pur et simple de l'œuf par le couveur est de loin la cause de mortalité la plus importante. Comme chez les Pétrels géants, la prédation par les Skuas ne s'exerce que sur les œufs désertés, ne serait ce que pendant un temps très court. Cette prédation est peu importante, les œufs étant cachés au fond des terriers. La perte par maladresse du couveur et par putréfaction ne concerne qu'un petit nombre d'œufs. Enfin, les nids en terriers s'enneigent facilement, et un œuf pondu sur un tel nid est souvent perdu. L'enneigement est responsable de la majorité des abandons d'œufs dans la région de Mawson (Brown 1966). A Davis, par contre, la maladresse des couveurs joue ce rôle.

En 1963-1964, dans les deux colonies de Damiers du Cap étudiées, 23 œufs sur 57 étaient abandonnés en cours d'incubation (40,4 %), et 17 sur 31 (54,8 %) l'année suivante (Tableau XXI).

Comme chez les espèces précédemment étudiées, la grande majorité des œufs abandonnés le sont au début de l'incubation. Le nombre des pertes diminue par la suite, pour augmenter de nouveau à la fin de l'incubation. Cette seconde augmentation, comme chez le Pétrel des neiges, était plus nette en 1963-1964 que l'année suivante, puisque 13 œufs étaient désertés entre le 16 et le 31 janvier 1964. Il y a donc chez le Damier du Cap des variations dans la chronologie des abandons d'œufs d'une année à l'autre (Tableau XXII).

Si les causes de mortalité sont les mêmes que chez le Pétrel des neiges, leurs importances respectives sont sensiblement différentes. La prédation par les Skuas est infiniment plus importante chez les Damiers. Pas plus que chez les Pétrels des neiges, les Skuas ne semblent s'attaquer aux œufs couvés régulièrement par les adultes [1], mais les Damiers nichant à découvert et les Skuas surveillant assez attentivement leurs colonies (moins attentivement toutefois que celles des Manchots Adélie par exemple), un œuf

(1) Eklund (1961) cite un couple de Skuas de Ardery Island se nourrissant d'œufs de Damiers et de Fulmars, mais ne donne pas de preuves d'une prédation directe.

abandonné ne serait ce que pendant un très court instant est rapidement repéré et emporté par un Skua. Seuls les nids encaissés échappent à leur vigilance. Conséquence de l'action prédatrice des Skuas, peu nombreux sont les œufs putréfiés abandonnés en fin de cycle, un œuf irrégulièrement couvé étant, tôt ou tard, emporté par un Skua. Conséquence encore de la prédation, le nombre d'œufs retrouvés abandonnés sur le nid est plus faible que chez les Pétrels des neiges. Les Damiers du Cap nichant à découvert, et, en général, exposés aux vents dominants, les nids s'enneigent peu, et cette cause de mortalité n'est pas très importante. Enfin, les couveurs maladroits ont cassé à peu près autant d'œufs chez les Damiers du Cap que chez les Pétrels des neiges.

Nos renseignements sur la mortalité des œufs chez le Pétrel de Wilson ne sont pas aussi précis. Cependant, sur 10 œufs observés à la fin de décembre 1963, 5 étaient abandonnés (50,0 %), tous à la fin janvier ou au début février 1964, soit en fin d'incubation. Notre travail ayant débuté un certain temps après le début de la ponte, la mortalité dans les premiers jours d'incubation nous a certainement échappé.

Deux causes d'abandon ont été observées : la désertion de l'œuf par le couveur, pour les mêmes raisons que chez les espèces précédemment étudiées (3 œufs, 60,0 %), et l'enneigement (2 œufs, 40,0 %). Ce dernier chiffre est sensiblement plus élevé que chez les autres espèces de Pétrels de Terre Adélie. La nidification hypogée du Pétrel de Wilson l'explique aisément.

Mortalité au stade des poussins

En 1963-1964, à la colonie de Pétrels géants de l'Ile des Pétrels, 20 poussins sont nés, 5 sont morts en cours de croissance (25 %). En 1964-1965, 10 poussins sont nés et 2 sont morts en cours d'élevage (20 %). Le tableau XXIII indique le nombre de décès par périodes de 10 jours à partir de l'éclosion.

Les premiers jours de croissance sont de loin les plus meurtriers pour les poussins. Pour les deux cycles reproducteurs étudiés, plus de la moitié des poussins décédés sont morts le lendemain de l'éclosion.

Le tableau XXIV indique les causes probables de décès.

Les facteurs climatiques et alimentaires sont prédominants dans la mortalité des poussins. Deux des poussins sont morts respectivement à 57 et 80 jours dans un état de maigreur extrême. Les deux autres sont morts à 1 jour, probablement à cause de l'inexpérience des parents. Un parent qui vient à la colonie, l'estomac vide, pour couver son œuf, est incapable d'assurer l'alimentation du poussin

TABLEAU XXIII

Chronologie des décès de poussins

Nombre de poussins décédés

Age du poussin (j.)	Pétrel géant 1963-1964	Pétrel géant 1964-1965	Pétrel géant Total	Pétrel des neiges 1963-1964	Pétrel des neiges 1964-1965	Pétrel des neiges Total	Damier du Cap 1963-1964	Damier du Cap 1964-1965	Damier du Cap Total
0-10	2 (40 %)	2 (100 %)	4 (57,1 %)	9 (69,2 %)	1 (50,0 %)	10 (66,7 %)	7 (30,4 %)	2 (100 %)	9 (36,0 %)
11-20	0	0	0	0	1 (50,0 %)	1 (6,7 %)	1 (4,3 %)	0	1 (4,0 %)
21-30	0	0	0	0	0	0	10 (43,5 %)	0	10 (40,0 %)
31-40	0	0	0	3 (23,1 %)	0	3 (20,0 %)	5 (21,8 %)	0	5 (20,0 %)
41-50	0	0	0	1 (7,7 %)	0	1 (6,7 %)	0	0	0
51-60	1 (20 %)	0	1 (14,3 %)						
61-70	0	0	0						
71-80	2 (40 %)	0	2 (28,6 %)						
81-90	0	0	0						
91-100	0	0	0						
101-110	0	0	0						
111-120	0	0	0						

TABLEAU XXIV

Causes de décès des poussins

Nombre de poussins décédés

Causes de décès	Pétrel géant 1963-1964	Pétrel géant 1964-1965	Pétrel géant Total	Pétrel des neiges 1963-1964	Pétrel des neiges 1964-1965	Pétrel des neiges Total	Damier du Cap 1963-1964	Damier du Cap 1964-1965	Damier du Cap Total
Facteurs climatiques et alimentaires	2 (40,0 %)	2 (100 %)	4 (57,1 %)	11 (84,6 %)	2 (100 %)	13 (86,7 %)	20 (87,0 %)	2 (100 %)	22 (88,0 %)
Maladresse du couveur	2 (40,0 %)	0	2 (28,6 %)						
Prédation	1 (20,0 %)	0	1 (14,3 %)	2 (15,4 %)	0	2 (13,3 %)	3 (13,0 %)	0	3 (12,0 %)

s'il vient à éclore. Si la relève des couveurs ne se produit pas rapidement, ou si le second parent a lui aussi l'estomac vide, le poussin meurt très rapidement. Un des poussins mort accidentellement à l'âge de 1 jour avait été étouffé par son parent. Le second était né prématurément, avant d'avoir résorbé ses annexes embryonnaires, la rupture de la coquille de l'œuf étant due à une maladresse du couveur.

En 1963-1964, dans les trois colonies de Pétrels des neiges étudiées, 13 des 36 poussins éclos sont morts en cours de croissance (36,1 %). Au cours du cycle reproducteur suivant, 2 des 22 poussins éclos sont décédés (9.1 %) (Tableau XXIII).

Comme chez le Pétrel géant, les premiers jours de la croissance sont les plus meurtriers pour les poussins de cette espèce. Pour les deux années d'observations, les deux-tiers des poussins décédés mouraient avant d'atteindre 10 jours. Une seconde période de mortalité se manifestait chez les poussins âgés, proches de l'envol, en 1963-1964, due, comme nous le verrons, à une sous-alimentation.

Comme chez les Pétrels géants, les facteurs climatiques et alimentaires sont prédominants (1) (Tableau XXIV). Les poussins décédés rangés dans cette rubrique appartiennent à trois groupes d'âge. Comme nous l'avons vu précédemment, la mort des jeunes poussins non encore émancipés est due probablement à l'inexpérience des parents, revenant à la colonie l'estomac vide. Certains poussins meurent immédiatement après leur émancipation. Il est probable qu'ils ont été laissés seuls au nid par leurs parents alors qu'ils n'étaient encore qu'imparfaitement capables de maintenir constante leur température centrale, et qu'ils ont succombé au froid. Enfin, 4 poussins sont morts longtemps après leur émancipation, à des âges compris entre 34 et 44 jours, dans un état de maigreur extrême consécutif à une longue période de sous-alimentation. Il n'est pas certain que la prédation par les Skuas s'exerce sur des poussins vivants. Remarquons toutefois que nos deux poussins étaient encore jeunes, émancipés depuis quelques jours seulement. On sait que les poussins émancipés effectuent des déplacements qui peuvent les amener à sortir de leurs terriers. Sans aucune protection, ils peuvent alors être des proies aisées pour les Skuas. Lövenskiold (1960) signale en Terre de la Reine Maud des restes de poussins de Pétrels des neiges à proximité d'un nid de Skua, mais il n'est pas prouvé que cet oiseau se soit attaqué à des poussins vivants. Par contre, Brown (1966) cite trois poussins de Anchorage Island tués et mangés par des Skuas.

En 1963-1964, dans les deux colonies de Damiers du Cap

(1) C'est aussi le cas dans la région de Mawson (Brown 1966).

étudiées, 23 des 34 poussins éclos sont morts en cours de croissance (67,6 %), 2 des 14 poussins éclos (14,3 %) l'année suivante. Il existe une différence considérable entre les deux années. Nous verrons ultérieurement quelle explication on peut donner (Tableau XXIII).

La période de mortalité importante du début de l'élevage observée précédemment se retrouve chez cette espèce au cours des deux cycles reproducteurs. Une seconde période, entre le 21e et le 30e jour, existait en 1963-1964, mais pas l'année suivante.

Les causes de mortalité sont identiques à celles observées chez les Pétrels des neiges (Tableau XXIV). La prédation des Skuas sur des poussins vivants de Damiers du Cap n'est pas formellement prouvée : si nous avons observé assez fréquemment des Skuas se nourrissant de cadavres de poussins, nous ne les avons jamais observés les tuant. Comme chez les espèces étudiées précédemment, les facteurs climatiques et alimentaires sont en premier lieu responsables de la mort des poussins. Ils se manifestent chez les poussins de tous les âges, de l'éclosion à l'envol. On leur doit la très grosse mortalité de 1963-1964. Nous avons vu que les Damiers du Cap, oiseaux de taille relativement petite, nichent dans des lieux peu protégés, et qu'ils atteignent parfois la limite de leur résistance au froid. Les blizzards des 15 et 16 février entraînaient en moins d'une semaine la mort de 12 poussins : 35 % des poussins nés dans les deux colonies étudiées.

En 1963-1964, 3 des 5 poussins de Pétrels de Wilson nés dans les nids en observation mouraient en cours de croissance (60,0 %), âgés de 22, 34 et 50 jours. Tous trois sont morts d'inanition, deux à la suite des blizzards des 15 et 16 février qui avaient complètement obstrué l'entrée de leurs terriers, le troisième (11 mars) à la fin d'une période prolongée de sous-alimentation, due peut-être à la disparition en mer d'un des parents.

Mortalité totale

Le tableau XXV met en parallèle la mortalité des œufs et des poussins chez les quatre espèces étudiées en 1963-1964 et en 1964-1965.

La présence humaine a beaucoup contribué à augmenter la mortalité à la colonie de Pétrels géants de l'Ile des Pétrels, celle-ci atteignant et même dépassant couramment 80 % du nombre des œufs pondus. Nos deux années d'étude semblent avoir été à cet égard relativement favorables puisque la mortalité n'atteint que 60 % du nombre d'œufs pondus au maximum. Le chiffre donné par WARHAM (1962) pour Macquarie Island : 43 % de pertes, proba

blement inférieur à la mortalité totale puisqu'il ne concerne qu'une partie du cycle reproducteur (entre le 30 octobre 1960 et le 12 janvier 1961), n'est pas tellement différent des nôtres.

TABLEAU XXV

Mortalité comparée chez 4 espèces de Pétrels antarctiques

Macronectes giganteus

	1963-1964	1964-1965
Œufs pondus	31	20
mortalité	11 (35,5 %)	10 (50,0 %)
Poussins éclos	20 (64,5 %)	10 (50,0 %)
mortalité	5 (25,0 %)	2 (20,0 %)
Mortalité totale	16 (51,6 %)	12 (60,0 %)

Pagodroma nivea

	1963-1964	1964-1965
Œufs pondus	⩾ 67	48
mortalité	⩾ 31 (46,3 %)	26 (54,2 %)
Poussins éclos	36 (53,7 %)	22 (45,8 %)
mortalité	13 (36,1 %)	2 (9,1 %)
Mortalité totale	⩾ 44 (65,7 %)	28 (58,3 %)

Daption capensis

	1963-1964	1964-1965
Œufs pondus	⩾ 57	31
mortalité	⩾ 23 (40,4 %)	17 (54,8 %)
Poussins éclos	34 (59,6 %)	14 (45,2 %)
mortalité	23 (67,6 %)	2 (14,3 %)
Mortalité totale	⩾ 46 (80,7 %)	19 (61,3 %)

Oceanites oceanicus

	1963-1964
Œufs pondus	⩾ 10
mortalité	⩾ 5 (50,0 %)
Poussins éclos	5 (50,0 %)
mortalité	3 (60,0 %)
Mortalité totale	⩾ 8 (80,0 %)

PRÉVOST (1964) indique une mortalité atteignant 55 à 60 % pour le Pétrel des neiges, 35 à 40 % pour le Damier du Cap. Cette dernière valeur est très différente des nôtres : 81 et 61 %. Il est certain que la perturbation humaine joue un rôle de plus en plus important sur la mortalité dans les colonies de Damiers de l'Ile des Pétrels. Nous avons vu par ailleurs que la forte mortalité des poussins en 1963-1964 était due pour une large part aux blizzards

de la mi-février. Il est possible aussi que les années d'observation de PRÉVOST aient été particulièrement favorables pour cette espèce.

ROBERTS (1940) ne cite pas de chiffres pour la mortalité des œufs chez le Pétrel de Wilson. Par contre, la mortalité des poussins atteignait 65 % pour 20 poussins à l'éclosion, à peu près comme à Pointe Géologie.

TEMPÉRATURE DES ADULTES

Nous avons vu précédemment que la température rectale de 30 adultes de Pétrels des neiges atteignait 38°9 (37°9 - 40°1), valeur comparable à celle donnée par PRÉVOST (1964) : 38°7 (37°6 - 40°5) pour 26 oiseaux. Les chiffres d'EKLUND (1942) sont par contre assez différents : 39°7 (38°9 - 40°0) pour 3 mesures ; il est probable que les thermomètres de cet auteur, qui ne s'équilibraient qu'au bout de 3 mn, enregistraient une hyperthermie passagère due à la capture. La température des mâles est peu différente de celle des femelles : 39°0 (38°0 - 39°6), pour 8 mâles et 38°8 (37°9 - 39°7) pour 15 femelles. La température des couveurs est sensiblement plus basse que celle des oiseaux non couveurs : 38°7 (37°9 - 39°5), pour 22 couveurs des deux sexes, et 39°5 (38°9 - 40°1) pour 8 oiseaux non couveurs des deux sexes également. Ceci s'explique aisément par les différences d'activité entre oiseaux couveurs et oiseaux non couveurs. Enfin, la température de la peau nue de la poche incubatrice atteint 36°7 (36°0 - 37°5) chez 15 couveurs des deux sexes, température inférieure de plus de 2° à la température rectale.

Chez le Damier du Cap, la température rectale de 35 adultes atteint 38°8 (38°1 - 40°8) valeur peu différente de celle donnée par PRÉVOST : 39°1 (38°1 - 40°0) pour 29 oiseaux. La température de 29 couveurs est de 38°7 (38°1 - 39°5), contre 39°5 (38°6 - 40°8) pour 6 oiseaux non couveurs. La différence est du même ordre que chez les Pétrels des neiges, et s'explique par les mêmes causes. Enfin, la température de la peau nue de la poche incubatrice atteint 37°1 (35°5 - 38°0) chez 10 couveurs. Elle est inférieure d'un peu moins de 2° à la température rectale.

Trois mesures de températures rectales ont été faites chez des adultes couveurs de Pétrels de Wilson. La valeur obtenue est de : 38°7 (38°4 - 38°8) valeur voisine de celle donnée par ROBERTS (1940) : 38°8 (36°5 - 40°5) pour 10 oiseaux.

La grande timidité des Pétrels géants adultes de Terre Adélie nous a interdit l'étude de leur température. A titre indicatif, nous noterons les résultats de mesures effectuées sur des poussins peu avant leur envol, époque à laquelle leur température est très voisine de celle des adultes. Pour 22 mesures, la température rectale

était de 38°9 (38°4 - 39°6). Les valeurs d'EKLUND pour 3 adultes sont, là encore, supérieures aux nôtres et pour les mêmes raisons que précedemment : 40°6 (40°2 41°0). La température du dos, prise au niveau de la peau, sous les plumes, atteint 32°3 (28°2 - 35°0), soit inférieure d'à peu près 7° à la température rectale. Enfin, la temperature de la patte est extrêmement variable. On sait que les oiseaux au nid placent leurs pattes sous leurs plumes, au contact du corps Dans ces conditions, elle peut atteindre 25°. Mise en contact avec le milieu extérieur, s'abaisse très rapidement, pour atteindre des valeurs supérieures de quelques degrés tout au plus à zéro.

Rappelons enfin que la température de la peau de la poche incubatrice atteignait 36°5 (35°8 et 37°2) pour 2 couveurs.

TABLEAU XXVI

Poids et mensurations des adultes

Daption capensis

Poids (g)	472 (365-550) (47)
Longueur totale (mm)	400 (365-420) (52)
Aile (mm)	272 (260-290) (52)
Queue (mm)	102 (93-110) (52)
Tarse (mm)	47,2 (43,5-50,9) (52)
Doigt médian armé (mm)	61,9 (56,5-67,8) (52)
Culmen (mm)	29,8 (27,5-33,2) (52)
Onglet (mm)	19,4 (17,5-21,5) (52)

Pagodroma nivea

Poids (g)	405 (275-525) (52)
Aile (mm)	295 (268-315) (52)
Queue (mm)	115 (97-126) (52)
Tarse (mm)	37,8 (33,2-42,5) (52)
Doigt médian armé (mm)	50,8 (46,0-55,5) (52)
Culmen (mm)	23,6 (20,2-27,8) (52)
Onglet (mm)	16,4 (14,2-19,0) (52)
Hauteur du bec (mm)	12,3 (10,0-14,0) (49)

Oceanites oceanicus

Aile (mm)	153 (137-163) (28)
Queue (mm)	69 (63-74) (4)
Tarse (mm)	35,9 (33,5-39,0) (28)
Doigt médian armé (mm)	29,2 (27,5-30,7) (4)
Culmen (mm)	12,6 (12,0-14,0) (28)
Onglet (mm)	7,9 (7,2-8,7) (4)
Hauteur du bec (mm)	6,5 (6,0-7,0) (24)

Poids et mensurations des adultes

Le tableau XXVI donne des résultats de mesures effectuées sur des adultes de Damiers du Cap, de Pétrels des neiges et de Pétrels de Wilson.

Les mesures des Damiers du Cap données par Bierman et Voous (1950), par Holgersen (1957) pour des oiseaux de Deception Island, et par Prévost (1964) pour des oiseaux de Terre Adélie sont peu différentes des nôtres. Les poids sont un peu plus faibles spécialement en ce qui concerne les oiseaux d'Holgersen, mais ceux-ci ont été capturés après la fin du cycle reproducteur, et les nôtres au début de la période d'incubation.

On sait (Bierman et Voous 1950, Prévost 1964, Brown 1966) qu'il existe des différences de taille considérables entre les Pétrels des neiges provenant de différentes localités antarctiques. Nos oiseaux sont pratiquement tous de grande taille.

Enfin, les mensurations de nos Pétrels de Wilson s'accordent avec celles données par Roberts (1940) pour des spécimens en provenance de Cape Denison et des Iles Mackellar, stations proches de la Terre Adélie.

Le régime alimentaire

La récolte de contenus stomacaux d'adultes et de poussins et de nombreuses observations effectuées tout au long du cycle reproducteur nous permettent de donner un aperçu du régime alimentaire des Pétrels dans l'Archipel de Pointe Géologie.

Les Pétrels géants paraissent se nourrir surtout à terre, par prédation, ou en utilisant les débris alimentaires qu'ils peuvent rencontrer Dans 14 des 18 contenus stomacaux étudiés, on observe des restes d'oiseaux, Manchots Adélie surtout, mais aussi Pétrels des neiges, et Damiers du Cap. 5 contenus stomacaux renferment des débris de mammifères, Pinnipèdes ou Cétacés (Tableau XXVII).

TABLEAU XXVII

Le régime alimentaire des Pétrels de Pointe Géologie

Espèce	*Macronectes*	*Pagodroma*	*Daption*	*Oceanites*
Nb. c. s.	18	12	10	4
Mammifères	5 (28 %)	2 (17 %)	—	1 (25 %)
Oiseaux	14 (78 %)	3 (25 %)	—	—
Poissons	2 (11 %)	4 (33 %)	1 (10 %)	—
Cephalopodes	2 (11 %)	2 (17 %)	2 (20 %)	3 (75 %)
Crustacés	4 (22 %)	2 (17 %)	7 (70 %)	1 (25 %)
Végétaux	1 (6 %)	—	2 (20 %)	—

Les Pétrels géants s'attaquent aussi aux adultes blessés de Manchots empereurs. Dès la fin du mois d'août, ils exercent une prédation limité sur les poussins de Manchots empereurs. En octobre, ils se nourrissent des placenta des femelles de Phoques de Weddell.

Ils obtiennent cependant une part non négligeable de leur nourriture en mer. La moitié des contenus stomacaux étudiés renferment des poissons, des Crustacés ou des Céphalopodes.

Leur régime alimentaire est peu différent de celui des Skuas. Les effectifs des deux espèces étant faibles dans l'Archipel de Pointe Géologie, il n'y a pour ainsi dire pas de compétition entre elles (Le Morvan, Mougin et Prévost 1967).

Maher (1962), en étudiant les résultats de plusieurs auteurs, a montré que le Pétrel des neiges se nourrit indifféremment pendant l'été de Crustacés, de Céphalopodes, ou de poissons. A Pointe Géologie 4 des 12 contenus stomacaux prélevés contiennent des poissons, deux des Céphalopodes, et deux des Crustacés.

Les Pétrels des neiges se nourrissent aussi à terre. La plupart des oiseaux prélevés par Gain (1914) avaient de la viande ou de la graisse de Phoque dans l'estomac (12 sur 18 spécimens). Le même auteur mentionne que ces oiseaux se nourrissaient également des restes de la cuisine. Prévost (1953) a aussi mentionné le rôle de la graisse de Phoque dans l'alimentation du Pétrel des neiges. Il cite par ailleurs le cas d'une femelle morte pendant la ponte et partiellement dévorée, par son partenaire vraisemblablement. Trois de nos 12 contenus stomacaux contiennent des plumes de Manchots Adélie. Un autre, des poils de Phoque. Un dernier une vertèbre de lapin. Il a donc été obtenu à la décharge de la Base. Mentionnons enfin que les Pétrels des neiges, comme les Skuas et les Pétrels géants, se nourrissent en octobre des placenta des femelles de Phoques.

Les Damiers du Cap sont plus strictement planctonophages. Ils semblent, en effet, ne se nourrir qu'en mer. Les travaux de Bierman et Voous (1950) font apparaître une prédominance des Céphalopodes dans leur alimentation. Nos résultats sont quelque peu différents. Les Crustacés (*Euphausia*) apparaissent dans 7 des 10 contenus stomacaux prélevés, les Céphalopodes dans deux seulement, les poissons dans un seul.

Les 4 contenus stomacaux de Pétrel de Wilson collectés par nous montrent, comme l'avaient déjà signalé Bierman et Voous (1950), une prédominance des Céphalopodes dans l'alimentation de cette espèce. En Péninsule antarctique par contre (Roberts 1940), les Crustacés semblent être leur nourriture principale. Enfin, les

oiseaux de Pointe Géologie se nourrissent aussi de graisse de Cétacés (1 contenu stomacal sur 4).

RESUME

Une étude d'écologie comparée a été effectuée chez quatre espèces de Pétrels antarctiques nichant dans l'archipel de Pointe Géologie (Terre Adélie) : le Pétrel géant, le Damier du Cap, le Pétrel des neiges et le Pétrel de Wilson.

Le microclimat des zones de reproduction est, dans tous les cas, beaucoup plus favorable que le climat général. Les Pétrels géants supportent les conditions climatiques les plus rigoureuses.

Le Pétrel géant a un cycle reproducteur semi-hivernal. Il effectue parfois des visites en hiver à la côte, comme le fait le Pétrel des neiges, espèce à cycle reproducteur estival. Le Damier du Cap et le Pétrel de Wilson ont aussi un cycle reproducteur estival, le second réoccupant ses sites de reproduction plus tard que le premier. Des renseignements sont donnés sur les cycles reproducteurs des quatre espèces.

La thermorégulation des poussins, leur croissance et leur mue ont été étudiées. Il existe peu de différence entre les quatre espèces, si ce n'est que l'élevage est beaucoup plus long chez les Pétrels géants.

L'étude des sites de reproduction laisse apparaître des différences importantes. Les Pétrels géants et les Damiers du Cap nichent sur le sol, exposés aux vents, alors que les Pétrels des neiges et les Pétrels de Wilson, oiseaux de plus petite taille, nichent dans des terriers. Dans ces conditions la mortalité est équivalente chez toutes les espèces : à peu près 60 % des œufs pondus, sauf chez le Pétrel de Wilson où elle atteint 80 %, du fait de l'enneigement des terriers. Les causes de mortalité sont discutées.

La température des adultes, leurs poids et leurs mensurations sont donnés. Un aperçu sur le régime alimentaire des Pétrels de Pointe Géologie termine cette note.

SUMMARY

A comparative ecological study was made on four species of Antarctic Petrels nesting in Pointe Géologie Archipelago (Adélie Land) : the Giant Petrel, the Cape Pigeon, the Snow Pétrel and Wilson's Petrel.

The microclimate of the breeding areas was studied with the help of meteorological stations. The microclimate is, in any case, much more favorable than the general climate ; the Giant Petrels withstand the most severe climatic conditions.

The Giant Petrel has a half winter breeding cycle. He sometimes visits the coast in winter, as does the Snow Petrel, a species having a summer breeding cycle. The Cape Pigeon and Wilson's Petrel similarly have a summer breeding cycle ; the latter returning to the breeding grounds later than does the former. Information on the breeding cycle of the four species is given.

The thermoregulation of the chicks, their growth and moult have been studied. There is little difference among the four species except that rearing is much longer with the Giant Petrels.

The breeding grounds, however, show important differences. The Giant Petrel and the Cape Pigeon nest on the ground, exposed to the wind, while the Snow Petrel and Wilson's Petrel - birds of a smaller size - nest in burrows. In these conditions, the mortality rate is the same for all species - approximately 60 % of the eggs laid - except for Wilson's Petrel whose mortality rate is nearer 80 %, this being due to snow in the burrows. The causes of mortality are studied.

The temperature, weight and measurements of the adults are given. A brief survey of the food habits of the Petrels of Pointe Géologie ends this note.

BIBLIOGRAPHIE

Arnaud, P. — Notes M. S. 1962

Bierman, W. H., et Voous, K. H., 1950. — Birds observed and collected during the Whaling Expeditions of the « Willem Barendsz » in the Antarctic, 1946-1947 and 1947-1948. *Ardea*, 37 : 1-123.

Brown, D. A., 1966. — Breeding biology of the Snow Petrel *Pagodroma nivea* (Forster). *ANARE Scientific Reports*, Series B (1), Zoology, n° 89, 63 pp.

Downes, M. C., Ealey, E. H. M., Gwynn, A. M., et Young, P. S., 1959. — The birds of Heard Island. *ANARE Reports*, Series B, vol. I : 1-135

Eklund, C., 1942. — Body Temperature of Antarctic Birds. *The Auk*, 59 : 544-548

Eklund, C., 1961. — Distribution and Life History Studies of the South Polar skua. *Bird-Banding*, vol. XXXII, n° 4 : 187-223.

Etchécopar, R. D., et Prévost, J., 1954. — Données oologiques sur l'avifaune de Terre Adélie. *L'Oiseau et la R.F.O.*, 24 : 227-247.

Gain, L., 1914. — Oiseaux antarctiques. *Deux. Exp. Ant. Franç.* 1908-1910. Paris : 1-200.

Guillard, R. — Notes M. S. 1963.

Holgersen, H., 1957. — Ornithology of the « Brategg » Expedition. Bergen.

Hureau, J. C. — Notes M. S. 1961.

Lacan, F. — Notes M. S. 1967.

Le Morvan, P. — Comm. pers. 1965.

Le Morvan, P., Mougin, J. L., Prévost, J., 1967. — Écologie du Skua antarctique (*Catharacta skua maccormicki*) dans l'Archipel de Pointe Géologie (Terre Adélie). *L'Oiseau et la R.F.O.*, 37 (3) : 193-220.

Lovenskiold, H. L., 1960. — The Snow Petrel *Pagodroma nivea* nesting in Dronning Maud Land. *Ibis*, 102 : 132-134.

Maher, W. J., 1962. — Breeding biology of the snow Petrel near Cape Hallett, Antarctica. *The Condor*, vol. 64, n° 6 : 488-499

Mougin, J. L., 1967. — Étude écologique de deux espèces de Fulmars : le Fulmar Atlantique (*Fulmarus glacialis*) et le Fulmar Antarctique (*Fulmarus glacialoides*). *L'Oiseau et la R.F.O.*, 37 (1-2) : 57-103

Murphy, R. C., 1936. — Oceanic Birds of South America. *Mac Millan*, New York.

Paulian, P., 1953. — Pinnipèdes, Cétacés, Oiseaux des îles Kerguelen et Amsterdam. *Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar*, Série A, t. VIII : 111-234.

Prévost, J., 1953. — Note sur l'écologie des Pétrels de Terre Adélie. *Alauda*, 21 : 206-222.

Prévost, J., 1958. — Note complémentaire sur l'écologie des Pétrels de Terre Adélie. *Alauda*, 26 : 125-130.

Prévost, J., 1964. — Quelques aspects de l'écologie des Procellariens antarctiques. *Science et Nature*, n° 62.

Prévost, J., 1964. — Remarques écologiques sur quelques Procellariens antarctiques. *L'Oiseau et la R.F.O.*, 34 : 91-112.

Roberts, B., 1940. — The life cycle of Wilson's Petrel *Oceanites oceanicus* (Kuhl). *British Graham Land Expedition 1934-37 Scientific Reports*, vol. I, n° 2 : 141-194.

SIPLE, P. A., et PASSEL, C. F., 1945. — Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. *Proceedings of the American Philosophical Society*, vol. 89, n° 1 : 177-199.

WARHAM, J., 1962. — The biology of the giant Petrel *Macronectes giganteus*. *The Auk*, vol. 79, n° 2 : 139-160.

Muséum National d'Histoire Naturelle,
Laboratoire de Zoologie (Mammifères et Oiseaux),
55, rue de Buffon, Paris V^e.

OBSERVATIONS ETHO-ECOLOGIQUES A LA COLONIE DE MANCHOTS EMPEREURS DE POINTE GEOLOGIE EN 1966

par G. Birr (1)

Cette publication concernant l'écologie de la colonie de Manchots empereurs de Pointe Géologie, Terre Adélie (66°40'S, 140°01'E) fait suite à celles de Sapin-Jaloustre (1952), Cendron (1952), Prévost (1953, 1958, 1961, 1963), Arnaud (1964), Guillard et Prévost (1964), Prévost et Sapin-Jaloustre (1964), Mougin (1966). Elle traite de quelques unes des observations effectuées au cours de l'année 1966 et formule quelques hypothèses que nous proposons à la critique de nos lecteurs et de nos successeurs (2).

Pour grouper l'essentiel de nos observations, nous considérons ici la colonie de Manchots empereurs comme un ensemble socialement hétérogène affecté de variations d'effectif, d'amplitude dans les déplacements, de concentration dans le stationnement. Nous porterons une attention particulière à l'incidence de cette hétérogénéité sur ces dimensions du groupe.

Dans l'étude des variations d'effectif de la colonie nous n'avons pas abordé le problème de l'arrivée des oiseaux sur l'aire de reproduction ni le phénomène des départs à la mer et des retours, massifs et réguliers, liés au cycle reproducteur. Nous n'avons en effet rien à dire qui puisse accroître la connaissance de ces phénomènes que nous devons à Prévost (1961), ou faciliter les investigations futures.

Le plan adopté est le suivant :

I — Les variations d'effectif de la colonie
- A) la mortalité
- B) les variations d'effectif des oiseaux inemployés (après une définition des problèmes posés par l'existence de cette catégorie d'oiseaux)

II — Les mouvements de déplacement et de concentration de la colonie
- A) les mouvements accidentels
- B) les mouvements réguliers
  - a — les mouvements réguliers à longue période
  - b — les mouvements réguliers à faible période
  - c — la zonation de la colonie.

(1) Equipe de Recherche de Biologie Animale Antarctique.

(2) Nous tenons à remercier ici ceux qui nous ont aidé sur le terrain ; P. Artignan, C. Dagonneau, Lebricquis, P. Leclerc, J. F. Schmitt, notre regretté camarade G. Pillers, ainsi que J. Prévost, qui nous a conseillé pour la rédaction de cette note, Mme van Beveren qui a bien voulu en corriger les épreuves.

Pour la compréhension de ce qui suit, il est utile de rappeler quelques connaissances concernant l'organisation fondamentale de la reproduction chez cette espèce (PRÉVOST 1961) :

– Les oiseaux reproducteurs viennent s'installer fin mars dans l'Archipel de Pointe Géologie où la glace de mer est en cours de formation.

De début mai à début juillet le mâle couve sur ses pattes le seul œuf d'un couple sans territoire, tandis que la femelle part se ravitailler à la mer pour ne revenir qu'au moment de l'éclosion. La distance qui sépare la colonie de la mer libre va en général de plusieurs dizaines à quelques centaines de kilomètres.

Après l'éclosion les deux parents se relayent pour nourrir un poussin qui, d'abord élevé sur leurs pattes, se tient ensuite à côté d'eux (1re émancipation) avant de se grouper avec ses semblables (2e émancipation). A ce dernier stade il prend part par mauvais temps à des « tortues », mode de groupement en amas dense également adopté par les adultes et diminuant la thermolyse des participants. La colonie se disloque en décembre et quitte l'Archipel à la nage après la mue des poussins et d'une faible proportion d'adultes.

TABLEAU I

Chronologie des principaux événements du cycle reproducteur en 1966 rapportée aux intervalles des observations antérieures (1952, 1956, 1962, 1963, 1964)

	1966	Intervalle des obs antérieures
1re arrivée sur la zone de reproduction	14.III	5-14.III
1re copulation observée	17.IV	11-25.IV
1re ponte observée	1.V	30 IV-5.V
1ers retours de femelles après leur 1er voyage alimentaire	23.VI	16 IV-3.VII
1re éclosion observée	8.VII	4 VII-8.VII
1res sorties des poussins hors des poches incubatrices	23.VIII	15-23.VIII
1re tortue de poussins	6.IX	8.IX (1964)
1ers departs d'immatures de 1re année	30.XI	30.XI-11.XII
Dislocation de la colonie	20-24 XII	20-26.XII

Il existe un cycle annuel marqué de température et d'éclairement. Ainsi en 1966, de juin à décembre, la température moyenne passe de 19°3 à 1°9 C et l'insolation de 25,6 heures à 372,9 heures. Cependant, dans la définition du pouvoir de refroidissement, le vent avec l'exceptionnelle charge en neige qu'il peut

avoir en Terre Adélie, intervient plus que la température Celle-ci ne descend pas en dessous de 40° C mais un blizzard extrême équivaut à une ambiance calme de 180° C (SAPIN JALOUSTRE 1952). C'est a celle particularité qu'il faut attribuer l'existence en Terre Adélie d'un hiver « sans centre ».

Le tableau I donne la chronologie des principales phases du cycle reproducteur.

I LES VARIATIONS D'EFFECTIF DE LA COLONIE

1 — La mortalité à la colonie

Le calcul des taux de mortalité utilise l'effectif des poussins vivants estimé le 3-XI-66, soit 5000 ± 100 Rapporté à ce dernier bilan il permet de fixer a 5800 l'effectif des œufs pondus, soit à 11500 ± 200, le chiffre des adultes s'étant reproduits, l'effectif total de la colonie étant alors de l'ordre de 12.000 à 12 500 adultes, en tenant compte de la presence des oiseaux inemployes.

A) *Mortalité des adultes*

Le taux de mortalite des adultes sur les lieux de reproduction est peu élevé. D'après les observations des années anterieures il ne depasse pas 1 %, les morsures de Leopards de mer *Hydrurga leptonyx* constituant avec les accidents consecutifs à la ponte les causes de décès les plus frequentes. De mars 1966 à janvier 1967 nous avons trouvé 5 cadavres celui d'un arrivant mortellement blessé par un Léopard de mer a sa sortie de l'eau, ceux de trois femelles ayant expulsé leur tractus genital, celui d'un mâle mort de péritonite. Cet effectif correspond a un taux de mortalite inferieur à 0,5 %.

B) *Mortalité au stade des œufs*

a) RÉSULTATS

Pour l'ensemble de la periode d'incubation le taux de mortalité a ce stade est égal a 10,5 % et peu different de la moyenne des années précédentes (12 % . Cependant à l'intérieur de cette période qui va de début mai à fin août la distribution des pertes au mois de mai est significativement différente de celles des bilans antérieurs (Tableau II), notamment en pourcentage 77.1 %, mais aussi

en valeur absolue : 515 unités. L'effectif des abandons en mai est le plus élevé enregistré jusqu'ici pour ce mois (valeur antérieure la plus élevée : 502 en 1963).

TABLEAU II

Distribution mensuelle des pertes d'œufs en 1966
comparée aux moyennes des années précédentes (1952, 1958, 1962, 1963, 1964

	Effectif d'œufs perdus en 1966	Pourcentage d'œufs perdus en 1966	Pourcentage moyen d'œufs perdus Les années antérieures
Mai	515	77,1 %	47,8 %
Juin	55	8,2 %	12,5 %
Juillet	36	5,4 %	12 %
Août	46	7,5 %	22,9 %
Reste	20	1,8 %	4,8 %
Total	672		

b) Déterminisme

1° *Remarque préliminaire*

Nos prédécesseurs analysent les causes de mortalité au stade des œufs d'après le dénombrement des pertes en fonction de facteurs accidentels (chutes dans les crevasses, batailles, noyades, etc...) Un grand nombre de cas indéterminés subsistent dont la proportion fausse les pourcentages de la plupart des causes de mortalité. Nous ne pensons pas être en mesure de faire la part de ces dernières : d'une part parce que nous n'avons pas observé 24 h sur 24 et également parce qu'il nous paraît difficile de définir les causes d'abandon de nombreux œufs que les « tortues » ne laissent découvrir qu'au terme de leurs lents déplacements. Pour cette dernière raison il est malaisé de faire un bilan quotidien des pertes les jours où celui-ci s'avérerait le plus intéressant, à savoir pendant les périodes de gros blizzard où les oiseaux sont groupés en « tortues » compactes et peu mobiles.

Par ailleurs dans une étude des causes de la mortalité une telle distinction de facteurs ne nous semble ni la seule ni finalement la plus importante à considérer. L'énumération ne tient, en effet, pas compte de ces déterminants essentiels que constituent les variations du pouvoir de refroidissement et surtout les variations de motivation de certains couveurs. Or, l'étude de la mortalité au mois de mai se prête plus particulièrement à la définition du rôle de ceux-ci.

2° *Déterminisme de la mortalité au mois de mai*

a) Rôle du pouvoir de refroidissement.

Avec 14,2 m s la vitesse moyenne du vent, V, est la plus élevée de l'annee, la température moyenne, T, étant avec 11,9° C la plus forte enregistrée pour cette période depuis 1956. Le pouvoir de refroidissement, PR, calculé d'après la formule de SIPLE et PASSEL :

$$(\sqrt{V \times 100} + 10{,}45 - V)\,(33 - T)$$

est de 1526 kilocalories par heure et par mètre carré.

Le 14 mai debute la première période de chasse-neige : le vent est d'abord faible, la charge en neige réduite, mais le lendemain par 23° C il depasse 30 m s. C'est un blizzard dont le pouvoir de refroidissement se maintient 24 heures durant à 2180 kcal h m² que doivent endurer les Manchots groupés en une seule « tortue » particulièrement compacte.

Le surlendemain, 16 mai, le vent tombe progressivement tandis que se poursuit la débâcle de la glace de mer amorcée la veille. Le 17 mai, l'air est calme, le ciel complètement degagé, la mer libre a 800 mètres de la colonie Plus de 200 œufs sont abandonnés sur l'emplacement que les oiseaux viennent de dégager.

TABLEAU III

Relation entre le pouvoir de refroidissement (K) et la mortalité au stade des œufs (nombre et pourcentage d'œufs perdus) au mois de mai

	K	Nombre d'œufs perdus	Pourcentage d'œufs perdus
1952	1456	56	21,1
1956	1536	340	50,1
1962	1620	425	62,6
1963	1723	502	74,9
1964	1643	405	30,7
1966	1526	515	77,1

La corrélation entre les colonnes 1 et 3 est de 0,59, chiffre qui n'est pas significatif ≠ de 0 pour un effectif de 6 (limite significative = 0,81

A première vue il semble bien y avoir ici une relation de cause à effet entre une forte élévation du pouvoir de refroidissement et une mortalité dont la valeur passe de 15 à 200.

Cependant d'autres faits ne vérifient pas cette première hypothèse. Notamment le 21 juin en pleine période d'incubation alors

que l'effectif des œufs pondus est bien supérieur à celui du 17 mai, un blizzard très dense soufflant en pointe à plus de 210 km/h balaye l'Archipel. Le lendemain à peine 18 œufs sont abandonnés sur le terrain. Par rapport à l'élévation du pouvoir de refroidissement l'accroissement de la mortalité est ici faible. D'autre part la lecture du tableau III amenerait à conclure que la corrélation entre le pouvoir de refroidissement en mai et la mortalité au cours de la même période pour l'ensemble des 6 années d'observations est nulle (R = 0,59 non significativement différent de 0 pour l'effectif considéré).

Nous conclurons provisoirement que si le pouvoir de refroidissement joue un rôle dans le mécanisme de la mortalité, ce n'est pas celui de facteur déterminant ou du moins de déterminant essentiel. Des observations complémentaires nous amènent maintenant à mieux définir sa fonction par rapport au deuxième facteur que nous considérerons : les variations de motivation.

β) *Rôle des variations de motivation.*

Le 17 mai à côté d'une mortalité exceptionnelle s'impose aussi l'observation suivante :

Le matin une colonne de près de 500 oiseaux quitte la colonie en direction de la mer libre qui est à 800 mètres. D'autres mouvements semblables et de moindre envergure suivent. Dès le soir ce sont plus de 1500 oiseaux qui se regroupent entre l'Ile du Lion et l'Ile Buffon à la limite de la glace de mer. Cet effectif s'avère bien supérieur au nombre des œufs pondus ce jour et même durant les trois jours précédents où (par suite des conditions météorologiques) peu d'oiseaux ont quitté la colonie. L'effectif total des œufs pondus étant, d'après le calcul fait à la suite de nos observations, voisin de 5800 unités, ce chiffre de partants correspond à plus de 13 % de l'effectif des pondeuses. Or la période de ponte s'étendant sur près de 50 jours le pourcentage quotidien moyen est proche de 2 % équivalent à 115 unités.

Par conséquent bien que le 17 mai ce pourcentage soit normalement bien supérieur à la moyenne il n'approche très probablement pas 13 %. Il reste donc à trouver à quelle catégorie appartient une importante fraction de ces 1500 partants puisqu'il ne peut s'agir uniquement de pondeuses des trois derniers jours.

Nous pensons qu'il s'agit de couveurs inexpérimentés dont la motivation a été assez faible pour céder à une forte élévation du pouvoir de refroidissement et peut être à l'accroissement de cette autre motivation pour la mer subitement exceptionnellement proche et probablement perceptible. Des observations complémentaires

faites dans les jours suivants renforcent cette hypothèse. L'étude du groupe se tenant à la limite de la glace de mer révèle en effet :

- une proportion de mâles supérieure à 10 % (peut être 30 %), or on sait que ce sont les femelles qui partent s'alimenter après la ponte ;

plus de 50 % d'oiseaux de petite taille, c'est peut-être là une caractéristique des jeunes couveurs ;

un comportement significativement différent de celui des femelles partant se ravitailler. En effet pendant trois jours plus d'un tiers de ces oiseaux longeront le « rivage » avant de revenir en procession à la colonie Le 21 mai, jour de leur retour, une recrudescence des « mêlees » pour les œufs est nettement perceptible et le lendemain, alors que le pouvoir de refroidissement est resté moyen, nous ramassons 140 œufs dont la majorité a été perdue en deux jours.

Nous pensons que ce nouvel accroissement de la mortalité sans élévation significative du pouvoir de refroidissement est la conséquence directe du retour de reproducteurs inexpérimentés, ceux-ci étant venus grossir l'effectif des oiseaux inemployés dont ils constitueront désormais une importante fraction.

Or si cette catégorie d'oiseaux a une incidence majeure sur l'évolution de la mortalité, c'est chaque fois par une particularité de sa motivation de reproduction.

Dans le premier cas (17 mai) baisse de celle-ci, dans le deuxième cas (21 mai) manifestation d'une motivation diminuée et par là catastrophique en gardant un niveau suffisant pour les inciter au rapt mais insuffisant pour leur permettre la coordination motrice que nécessite la préhension et la conservation convenable d'un œuf.

On peut dès lors supposer que si au mois de juin l'accroissement du pouvoir de refroidissement est inopérant dans l'évolution de la mortalité, c'est précisément parce que la fraction des couveurs peu motivés est désormais faible et que les inemployés sont absents (nous décrivons ailleurs leurs déplacements).

Quant au mécanisme de la baisse de motivation décrite ci-dessus on peut penser qu'en développant une motivation contraire, celle de l'alimentation, la perception de la proximité de la mer a joué un rôle déterminant, peut-être directement mais plus probablement par le canal des inemployés non reproducteurs. Ces oiseaux sont nombreux au début de la période d'incubation ; pour eux la perception de la mer est un stimulus peu ou pas contrarié et c'est probablement leur départ massif qui a joué dans le développement d'une motivation d'abandon chez les reproducteurs inexpérimentés. En effet, faiblement motivés pour l'incubation, les couveurs inex-

périmentés, non intégrés à l'ensemble des reproducteurs expérimentés, se rapprochent par leur comportement de celui de cette « classe d'âge » dont ils sortent à peine.

Par là s'expliquerait aussi l'importance du groupe se rassemblant le 17 mai à la limite de la glace de mer. Son effectif ne peut en effet correspondre à l'addition des femelles partant s'alimenter et des couples de couveurs responsables de la plupart des 200 abandons enregistrés ce jour. Il correspond cependant assez bien à l'ensemble femelles reproductrices + couveurs inexpérimentés + ensemble des oiseaux non reproducteurs, la somme de ceux-ci ayant été estimée à 500.

λ) *Conclusion concernant le rôle du pouvoir de refroidissement et des variations au stade de la mortalité des œufs.*

Il semble bien que les variations de la motivation à l'incubation constituent le principal déterminant de la mortalité au stade des œufs. Les variations du pouvoir de refroidissement semble seulement jouer le rôle d'un déclencheur, en favorisant une motivation d'abandon et en amenant l'oiseau au seuil de celui-ci, seuil qui sera rarement atteint, en juin par exemple, du fait de l'intensité convenable de la motivation du couveur expérimenté.

Quant aux facteurs initialement considérés (batailles, crevasses, « tortues », etc.), ils ne nous paraissent jouer que le rôle de facteurs accidentels, fonction des hasards de rencontre de la motivation de l'animal avec certaines particularités d'importance variable du milieu de celui-ci — sortes de canaux par lesquels s'exprime la motivation d'abandon suivant le schéma suivant :

ΔPR → ΔMOTIVATION → crevasses → / batailles → / tortues → Abandon

(ΔPR = pouvoir de refroidissement).

3° *Conséquences méthodologiques*

α Le point de vue adopté ci-dessus nous amène à accorder une attention particulière aux modifications de la composition des classes d'âge de la colonie et des déplacements respectifs de celles-ci.

Ce point de vue est également valable au stade de la mortalité des poussins, car, si de l'incubation à l'élevage le nombre des adultes peu motivés n'a cessé de diminuer, celui des inemployés n'a fait que croître. Cependant à ce stade le pouvoir de refroidisse-

ment passe du rôle de déclencheur à celui de déterminant essentiel de la mortalité.

β. Les variations de mortalité en mai d'une année à l'autre peuvent être considérées comme un indice sinon comme une mesure des variations d'effectif des jeunes reproducteurs.

Inversement les variations de natalité annuelle en faisant varier le nombre des jeunes reproducteurs — dans un intervalle de temps que nous ignorons encore — doivent nous permettre de prévoir les variations de mortalité en début de cycle.

γ) En s'accroissant, nos informations concernant la natalité et la mortalité nous permettront sans doute d'évaluer le temps d'acquisition de la maturité sexuelle, par une mesure de l'écart entre une année de forte natalité et l'année de forte mortalité la plus proche.

Une telle évaluation suppose cependant aussi l'invariance relative de la mortalité à la mer, domaine sur lequel nous n'avons encore aucune information.

c) Conclusion sur l'étude de la mortalité au stade des œufs

Il est bien évident qu'à côte des facteurs énumérés ci-dessus il en subsistera toujours d'autres qui ne peuvent être intégrés à une dynamique du comportement (accidents physiologiques au cours de la ponte, débâcle brutale et complète de la glace de mer). Mais leur occurrence est faible et leur incidence sur la mortalité par là limitée. Pour l'essentiel celle-ci nous apparaît comme le prix que, dans l'environnement particulier de la Terre Adélie, une société animale peut payer pour l'apprentissage de sa reproduction.

C) *Mortalité au stade des poussins*

a) Résultats

Le tableau IV et le graphique de la figure 1 donne un ensemble de valeurs comparatives concernant les effectifs et les pourcentages de mortalité en 1966 et sur l'ensemble des années antérieures. On remarquera que l'effectif total de la mortalité, 190 unités, est le plus faible enregistré jusqu'ici, la valeur moyenne étant de 783 et le chiffre de cette année représentant moins de 10 % de la mortalité de 1952.

TABLEAU IV

Mortalité au stade des poussins

— Effectif (E_{66}) et pourcentage (P_{66}) de mortalité en 1966
— Effectif (EMa) et pourcentage (PMa) moyens des années antérieures
— Pouvoirs de refroidissement (PR_{66} et PR Ma) correspondants

	E_{66}	P_{66}	EMa	PMa	PR_{66}	PRMa
Juillet	31	16,3	84	12,8	1632	1591
Août	63	33,2	173	25	1615	1635
Septembre	45	23,7	221	28,2	1457	1539
Octobre	39	20,5	226	25,9	1248	1443
Novembre	10	5,3	61	5,9	1155	1248
Décembre	2	1	18	2,1	1130	1109
Total	190		783			

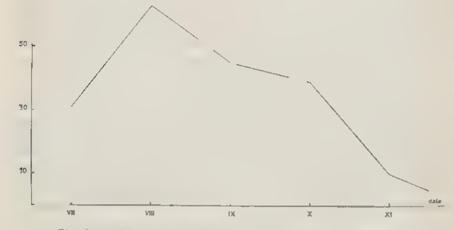


Fig. 1. — Effectif de la mortalité en 1966 chez les poussins.

b) Déterminisme

α) *Remarque préliminaire : difficulté d'appréciation du rôle du pouvoir de refroidissement.*

Au stade des œufs il s'agissait de définir l'effet du pouvoir de refroidissement sur un corps dont la résistance thermique varie peu. En effet l'abandon suit alors presque toujours la loi du tout ou rien et les probables variations de résistance thermique de l'œuf au cours de l'incubation influent peu ou pas sur la mortalité.

Il n'en est évidemment pas de même au stade du poussin. Nos enregistrements continus de température ont confirmé les données des observations antérieures (Sapin-Jaloustre 1960, Prévost 1961, Mougin 1966) : la résistance thermique du poussin varie considérablement au cours de toute la période d'élevage.

Il serait dès lors intéressant d'étudier l'incidence de ce pouvoir de refroidissement aux différentes étapes de l'élevage : avant (stade A) et après (stade B) le début de la première période d'émancipation dont l'avènement s'accompagne de l'acquisition de la thermorégulation, avant et après (stade C) la constitution des « tortues » de poussins, significative du passage au deuxième stade d'émancipation.

La mortalité est évidemment peu significative de l'évolution des capacités d'adaptation à l'environnement, si elle n'est pas rapportée à ces étapes du développement. Or, ainsi considérée, l'évaluation du rôle du pouvoir de refroidissement se heurte à cette difficulté que constitue l'hétérogénéité de la population des jeunes à des moments où la mortalité est élevée.

En admettant qu'il soit possible de fixer par l'observation les proportions relatives des poussins vivants parvenus aux stades A, B et C, l'appréciation de la variation de résistance aux élévations de pouvoir de refroidissement en fonction de l'âge se ferait en rapportant à ces proportions celles des cadavres à chacun de ces trois stades. Malheureusement, avant le mois de septembre, c'est-à-dire pendant les deux premiers mois de l'élevage qui sont ici les plus intéressants, il n'est pas possible de trier les cadavres en fonction de leur appartenance à l'un des trois moments d'émancipation : la grande dispersion des distributions de poids et de taille des poussins ne permet pas ce partage.

Ce n'est qu'au mois de septembre et principalement dans la deuxième quinzaine de ce mois, quand la très grande majorité des poussins a atteint le dernier stade d'émancipation, que la mortalité devient significative d'une donnée biologique précise : effet du pouvoir de refroidissement sur un ensemble de poussins ayant acquis leur thermorégulation physique et devenus capables de thermorégulation sociale (stade C).

Les échantillons des mois suivants sont évidemment tout aussi significatifs car tout aussi homogènes que celui du mois de septembre. Mais en fait leur résistance thermique, sans changer de modalité, s'accroît régulièrement et l'effectif du mois de septembre constitue parmi les ensembles homogènes le plus sensible au pouvoir de refroidissement. Aussi, le choisissons nous pour étudier l'incidence du pouvoir de refroidissement sur la mortalité en étudiant ses variations d'une année à l'autre.

Une deuxième difficulté d'appréciation du rôle du pouvoir de refroidissement tient au fait que la formule de SIPLE et PASSEL que nous utilisons habituellement pour son calcul ne tient pas compte de la charge du blizzard en neige. Or, le duvet du poussin ne présente que très peu de résistance à la pénétration de celle-ci, pulvérulente ou mouillée. Cette formule est à cet égard peu adéquate bien que constituant la seule donnée empirique dont nous disposons.

β) *Rôle du pouvoir de refroidissement.*

Le 1er septembre 1952, au lendemain d'une violente tempête, PRÉVOST (1961) dénombre 140 cadavres de poussins. De nombreuses observations sont venues par la suite confirmer ce rôle d'une brutale élévation du pouvoir de refroidissement. Cependant la corrélation entre le pouvoir de refroidissement moyen et la mortalité au mois de septembre est nulle pour l'ensemble des informations dont nous disposons actuellement (Tableau V De même que celle entre le PR et la mortalité de tous les mois de l'élevage en 1966 rapportés aux chiffres moyens antérieurs (Tableau IV).

Par ailleurs, le 24 septembre 1966, au cours de l'une des plus violentes tempêtes enregistrées jusqu'ici, 11 cadavres seulement sont dénombrés. Enfin, sans que le pouvoir de refroidissement global de la période d'élevage ait été en 1966 inférieur à celui des années précédentes, la mortalité est nettement plus basse que les années antérieures Il semble donc que si le pouvoir de refroidissement joue dans certains cas le rôle d'un déterminant de mortalité (notamment au deuxième stade d'émancipation en provoquant l'englacement des poussins) il ne soit pas le plus grand.

TABLEAU V

Nombre et pourcentage de poussins trouvés morts et pouvoir de refroidissement (PR) en septembre

Année	Effectif	Pourcentage	PR
1952	386	28,6	1575
1958	250	30,7	1478
1962	149	22,1	1541
1963	140	28,4	1775
1964	181	31,3	1526
1966	45	23,6	1457

γ) *La sous-alimentation.*

La sous alimentation semble, à première vue, jouer au stade des poussins le rôle que nous avons attribué aux variations de la

motivation d'incubation au stade des œufs : celui d'un déterminant essentiel. Nous ne voyons, en effet, pas d'autre moyen d'expliquer la mortalité anormalement basse de 1966 (19 % de la moyenne des années antérieures) qu'en invoquant l'exceptionnelle facilité d'alimentation résultant de ce que la mer n'a jamais été, au cours de la période d'élevage, à plus de 8000 mètres de la colonie. Il en est résulte une vitesse de croissance inhabituelle, corrélative probablement d'une accélération de l'accroissement de la résistance thermique.

Le 30 août 1952 le poids moyen des poussins était de 1,5 kg, or le 30 août 1966 il était de 2,3 kg. Il apparaît alors nettement que les victimes des fortes élévations de pouvoir de refroidissement sont avant tout des poussins sous alimentés. Ainsi, au lendemain de la violente tempête du 23 septembre, alors que le poids moyen des poussins vivants est supérieur à 2,5 kg, celui des cadavres est de 550 g.

La même conclusion s'impose si l'on prend comme référence l'ensemble des poussins tués par les Pétrels géants. Entre le 1er et le 5 septembre la distribution de poids de ceux-ci va de 2 à 3 kg. Le poids des poussins morts « naturellement » ou à la suite de l'accroissement de PR au cours de la même période est de 500 à 1000 g.

Les variations du pouvoir de refroidissement ne semblent donc jouer qu'un rôle de déclencheur de mortalité pour la sous alimentation.

5) *Rôle des variations de motivation d'élevage chez les adultes*

Celles ci concernent les parents et les inemployés. La mort par sous-alimentation n'est en fait que l'effet indirect du jeu combiné de ces deux catégories d'adultes.

Tout poussin sous-alimenté est, en effet, presque toujours un poussin abandonné par l'un ou l'autre de ses parents. Nous pensons que dans ce cas il est presque toujours recueilli par un inemployé qui, s'il a souvent joué le rôle de déclencheur dans son abandon, est rarement capable d'assurer son nourrissage (PRÉVOST 1961, MOUGIN 1966). Tout se passe ensuite comme si la répétition des demandes alimentaires du poussin, jouant le rôle d'un signal d'inadéquation pour le comportement du ravisseur, entraînait un nouvel abandon. Passant d'inemployé à inemployé, sa malnutrition s'aggravant, le poussin finit souvent par succomber. Au terme de multiples observations nous pensons que c'est là le mécanisme fondamental de mortalité par sous alimentation. La motivation y joue encore le rôle fondamental de déterminant essentiel.

2 — Les variations d'effectif et les particularités du comportement des oiseaux inemployés

A) *Définition de ce groupe*

Il s'agit de tous les oiseaux qui ne sont pas impliqués normalement dans les activités du cycle de reproduction (pariade, ponte, incubation et élevage) ou qui cessent de l'être à la suite de circonstances externes (accidents) ou internes (variations de motivation).

B) *Problèmes que soulève l'existence de ce groupe*

Tous les observateurs de colonies de Manchots empereurs ont remarqué la présence de cette catégorie d'oiseaux, dont certains sous-ensembles présentent un comportement remarquable.

Wilson (1907), Prévost (1953, 1958), Arnaud (1964), Guillard et Prévost (1964), Mougin (1966) en font mention.

A la suite de ses observations de 1952 et de 1956, Prévost a mis en valeur l'idée de l'hétérogénéité de ce groupe composé : d'oiseaux apparemment non encore motivés pour la reproduction, de reproducteurs expérimentés qui n'ont pas trouvé de partenaire ou qui ont perdu soit celui-ci, soit leur œuf ou leur poussin, enfin d'oiseaux initialement accouplés non encore reproducteurs ou reproducteurs inexpérimentés mais dans tous les cas motivés pour une au moins des activités du cycle reproducteur (fig. 2). Le même auteur a décrit les formes et développé la signification des activités du dernier de ces sous-groupes le plus intéressant du point de vue du comportement et numériquement le plus important certaines années sinon constamment. Nous savons par lui que si ces oiseaux sont le plus souvent « oisifs » et « paraissent ne pas savoir exactement quoi faire » (Prévost 1961) — d'où leur nom d'inemployés — ils sont à d'autres moments impliqués dans des simulations du comportement de reproduction, simulation ou plutôt imitation car leurs opérations concernent les objets réels de la reproduction (partenaire sexuel, œuf ou poussin). Aussi pourrait-on les appeler les imitateurs, en séparant cependant dans l'état actuel des connaissances ce vocable de la notion de contagion bien que celle-ci soit parfois, sinon le plus souvent, impliquée dans ces imitations. Les observations postérieures à celles de Prévost sont venues préciser encore les modalités de ces comportements imitatifs. Arnaud (1964), Mougin (1966), donnent des indications concernant leurs déclencheurs.

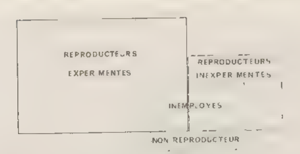


Fig. 2. — Composition de l'ensemble des inemployes.

Mais à côté du problème du comportement a l'égard des activités de reproduction, le groupe des inemployés soulève deux autres questions : celle des proportions de ses différents sous-ensembles et de l'évolution de celles-ci dans le temps, celle des déplacements massifs et des modifications de groupement, la présence des inemployés a la colonie paraissant parfois suivre la loi du tout ou rien.

La première de ces questions ne peut être résolue que par un baguage systematique, en cours depuis plusieurs années.

Bien que quelques particularités de la colonie en 1966 nous permettent d'estimer l'importance relative du groupe des « imitateurs » nous nous contenterons de considérer globalement l'ensemble des inemployés en citant quelques observations fournissant des éléments de réponse à la 3e question

C) *Variations d'effectif et de groupement des inemployés en 1966*

a) Observations

Nous donnons ci-dessous dans leur ordre chronologique les quelques observations que nous avons pu faire concernant les variations d'effectif et de groupement des inemployés.

La figure 3 rapporte celles-ci à la chronologie du cycle reproducteur et aux variations de la distance de la colonie à la limite nord de la mer libre (la rive sud de la glace de mer est parfois beaucoup plus proche mais peu fréquentee par les oiseaux).

5 avril : Accroissement significatif du nombre de bagarres entre trois oiseaux ou plus. A 16 heures, par exemple, il est possible d'en percevoir simultanément au moins trois. Il est très probable que ces affrontements mettent aux prises des reproducteurs expérimentés et des « imitateurs », permettant ainsi une estimation du sens de variation de l'effectif de ceux-ci.

19 avril. La fréquence des perturbations des activités de pariade et de copulation a progressivement diminué ces derniers jours. Pour la première fois, à la périphérie de chacun des trois groupes qui constituent aujourd'hui la colonie, existe un ensemble de 30 à 50 oiseaux. Serrés les uns contre les autres, ces éléments passifs (déplacements imperceptibles, absence de chants) méritent bien le nom d'inemployés. Ces groupes seront observables jusqu'au début de la période d'incubation.

3 mai. Trois jours après la première ponte c'est aujourd'hui la première mêlée pour un œuf. Ce phénomène, dont la première description est due à WILSON (1907) concerne 5 inemployés et se répétera les jours suivants avec une participation variant de 2 à 10.

17 mai. 1000 inemployés ou plus quittent la colonie pour aller s'installer à la limite de la mer libre d'où ils reviennent en groupe le 21 mai.

Nous avons mentionné dans l'étude de la mortalité l'importance probable des reproducteurs inexpérimentés dans l'effectif de ce groupe et évoqué les déclencheurs les plus probables de ce comportement : variation intense du pouvoir de refroidissement de l'ambiance, rapprochement de la mer libre. PRÉVOST (*comm. pers.*) pense que les mouvements de la glace résultant de celui-ci constituent le stimulus d'une perception qui serait dans ce cas principalement mécanique.

2 juin. 10 inemployés seulement à la périphérie de la « tortue » des couveurs. Après l'intense animation qui caractérise les temps de la pariade et de la ponte, pendant la période qui va du 2 au 24 juin, celle-ci, par l'économie de son comportement, donnera l'impression d'une société de survie. En 22 jours, sous l'impulsion du vent et des accumulations de neige, elle ne se sera déplacée que de quelque dizaines de mètres. Les rares accrochages qui surviennent encore sont le fait de couveurs, les inemployés semblent avoir disparu.

1er juillet. Parallèlement aux arrivées de femelles se multiplient les retours d'inemployés qui restent dispersés à la périphérie de la colonie. Jamais plus de trois de ces oiseaux ne sont impliqués dans les bagarres pour des poussins abandonnés ou volés.

1er août. En même temps que s'élève la fréquence des interventions d'inemployés sur les poussins, ces « imitateurs » se déplacent maintenant par groupes de 8 - 15 individus.

23 juillet. Depuis 5 jours un ensemble de 200 à 300 inemployés, particulièrement farouches, opère à la périphérie SE-SW de la colonie. Les batailles sont continuelles et les poussins qui en sont l'objet en sortent rarement vivants.

Aujourd'hui première sortie d'une trentaine de poussins hors des « poches » incubatrices.

Aucun d'eux n'est attaqué par les inemployés qui s'acharnent sur une dizaine de poussins non émancipés et sur le cadavre d'un gros poussin émancipé tué par un Pétrel géant.

Il se peut que cette modification du comportement des adultes ne soit qu'un effet de l'évolution de celui des poussins. Passant de l'hétéronomie complète à une relative autonomie, ces poussins passent également de la non discrimination des adultes à la reconnaissance et au choix de leurs parents. La faible motivation des inemployés ne résisterait pas au signal de « non adéquation » que constitue pour eux le comportement du poussin émancipé (seul le cadavre de celui-ci stimule l'inemployé).

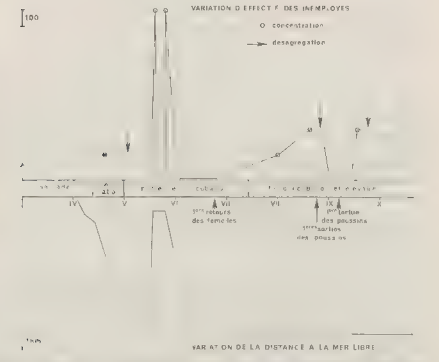


Fig. 3. — Variations d'effectif et de groupement des inemployés en [illegible] rapportées à la chronologie du cycle reproducteur et aux variations de la distance à la mer libre.

25 août : Bien que le nombre des poussins non émancipés soit encore élevé le groupe des inemployés perturbateurs a disparu, faisant place à des ensembles plus réduits de 10 à 50 oiseaux passifs,

couchés à la périphérie de la colonie et dont l'importance décroît dans les jours suivants.

17 septembre : Un groupe de 300 inemployés fait son apparition et suit l'observateur dans tous ses déplacements qui ont alors pour objet la pesée de poussins sous-alimentés. Ceux-ci semblent constituer maintenant électivement l'intérêt des inemployés.

b) Eléments d'interprétation

Il semble qu'en 1966 se soit développé un phénomène nouveau lié au rapprochement exceptionnel d'une mer par ailleurs peu éloignée de la colonie pendant la durée de la phase de reproduction.

Pouvoir de refroidissement et proximité de la mer jouent probablement, par leurs variations extrêmes, le rôle de déclencheurs de ce comportement qui s'apparente alors à des séquences enregistrées chez *Aptenodytes patagonica*.

Quant au régime de base des inemployés, il semble qu'il soit fait d'une alternance de séjours collectifs à la mer et à la colonie, celle-ci étant désertée pendant la période la plus sévère (juin), alternance dont la fréquence est supérieure à celle des déplacements de la plupart des reproducteurs expérimentés ou du moins à celle des mâles expérimentés. Partiellement au moins, l'insuffisance des réserves adipeuses (Prévost 1961) explique cette vitesse d'alternance. Quant aux rares et paisibles inemployés du mois de juin, on peut penser qu'il s'agit surtout de reproducteurs expérimentés ayant perdu leurs œufs.

Chez *Aptenodytes patagonica*, Stonehouse (1960) remarque que de tels oiseaux séjournent parfois plus de trois mois à la colonie avant de regagner la mer.

II LES DÉPLACEMENTS ET LES VARIATIONS DE CONCENTRATION AFFECTANT LA COLONIE

Remarques préliminaires.

Les déplacements de la masse des Manchots empereurs à l'intérieur de leur site de reproduction s'accompagnent, en général, de variations de concentration. Inversement celles-ci supposent presque toujours des déplacements. Facteur inducteur ou facteur induit, chacune de ces deux propriétés est liée à l'autre selon des modalités que nous nous proposons précisément de décrire.

Comparées aux études antérieures les observations de 1966

amènent à penser que par leur déterminisme, ces mouvements sont de deux ordres ; soit « accidentels », soit « habituels » et nous les appellerons alors réguliers.

1 — Les mouvements accidentels

a) Définition

Les mouvements accidentels sont des changements d'emplacement et des variations de concentration déclenchés par des phénomènes de faible probabilité non régulièrement liés à une étape précise du cycle reproducteur.

b) Les déclencheurs des mouvements accidentels

Si le déclenchement de certains mouvements accidentels nous échappe encore, celui de beaucoup d'autres est évident et fait intervenir séparément ou simultanément :

— les débâcles partielles ou totales de la glace de mer,
— les inondations de la glace de mer,
— les accroissements importants du pouvoir de refroidissement ou du pouvoir de réchauffement de l'ambiance,
— les enneigements intenses,
— la présence de l'homme.

c) Caractéristiques des mouvements accidentels en fonction de leurs déclencheurs

1° *Les mouvements résultant de la débâcle de la glace de mer*

La débâcle partielle ou complète de l'*aire préférentielle* [1] est assez exceptionnelle. De tels accidents se sont produits le 18 avril 1962 (Arnaud 1964, et le 1er mai 1964 (Mougin 1966). Ils ont eu pour conséquence un repli des oiseaux sur le substrat stable le plus proche, le mieux accessible et le plus propice au stationnement d'une masse importante peu apte à l'évolution en terrain accidenté (plage sud de l'Ile Carrel).

Ces déplacements se font sans ordre et ne s'accompagnent pas de variations de concentration caractéristiques.

(1) Définition de Prévost (1963) : c'est la surface de glace de mer où les oiseaux se tiennent de préférence et pendant la plus grande partie du cycle annuel. Elle est délimitée au nord par les Iles A. Carrel et J. Rostand et au sud par la falaise glaciaire continentale.

En 1966, alors que la mer libre est toujours restée très proche de la colonie (800 m à 8000 m), la glace de l'aire préférentielle constituée dès le 4 mars ne s'est disloquée que fin décembre. De tels déplacements n'ont donc pas été observés.

2° — *Les inondations de la glace de mer*

On sait que le stationnement prolongé des Manchots empereurs, étroitement groupés, imprime à la glace des dépressions en forme de cuvettes.

On sait par ailleurs qu'au moment des marées de vives eaux des infiltrations d'eau de mer peuvent se produire au niveau des charnières entre la glace de mer et les reliefs qu'elle enserre (îles et icebergs). Elles ont pour effet des inondations de faible importance, mais dont l'ampleur, plus considérable lors de variations concomitantes de l'étendue de la glace de mer périphérique, peut alors entraîner l'accumulation d'eau sur les aires de stationnement. Ceci s'est produit notamment le 21 juillet et le 22 octobre 1966. Comme dans les cas de débâcle partielle, les oiseaux amorcent alors une réaction d'évitement qui, au terme de déplacements peu ordonnés et de directions variables, les amènent en des emplacements qui ont pour seule caractéristique commune de ne pas être inondés. Le degré de concentration final est fonction de la surface disponible et de l'intensité des réactions de panique qui le limitent.

3° — *Les variations du pouvoir de refroidissement*

On sait (PRÉVOST 1961) que les élévations du pouvoir de refroidissement, principalement par accroissement de la ventilation, ont pour effet une concentration typique des oiseaux (« tortues ») diminuant leur thermolyse et s'accompagnant d'un déplacement du groupe dans le sens du vent par glissement des éléments les plus exposés vers la périphérie la mieux abritée (côté sous le vent). Inversement la coïncidence d'un temps calme et d'un ensoleillement maximal entraîne une dispersion du groupe éventuellement suivie du déplacement vers des zones plus éventées.

Si le phénomène des « tortues » constitue un mouvement caractéristique résultant d'un pouvoir de refroidissement élevé, il n'est néanmoins pas le seul pour peu que celui-ci se maintienne plusieurs jours de suite. Dans ce cas le retour du beau temps s'accompagne de promenades concernant une forte proportion, sinon la majorité, des oiseaux et dont l'amplitude peut atteindre plusieurs centaines de mètres. De tels déplacements s'effectuent en ordre dispersé dans des directions variables, à moins que la période de

mauvais temps ait coïncidé avec une forte accumulation de neige. Dans ce dernier cas s'observent de longues processions qui, au bout de quelques centaines de mètres d'un cheminement particulièrement pénible et délicat pour les têtes de files, émaillé d'incidents pour beaucoup d'autres (oiseaux qui s'enlisent), ramènent les promeneurs vers un emplacement voisin de l'emplacement initial. Ces promenades posent deux problèmes : celui de leur motivation et celui du choix entre l'une ou l'autre de leurs modalités (ordre dispersé ou procession).

En ordre dispersé ou en file indienne, de tels déplacements s'accompagnent évidemment de modifications du système des tensions musculaires, notamment au niveau des membres inférieurs. Chez des sujets étroitement groupés ne s'étant que peu déplacés (quelques dizaines de mètres en 2 ou 3 jours, tout en entretenant une thermogenèse individuelle élevée, on peut penser que le maintien prolongé d'un tonus postural intense est suivi d'un fort besoin de résolution musculaire. Celui-ci constitue probablement la motivation de ces déplacements dont ni l'orientation ni la destination ne fournissent d'explications. Le besoin de neige fraîche n'en constitue, en effet, pas un déterminant ; très peu d'oiseaux se ravitaillent au cours de ces pérégrinations et ceux restés à l'emplacement initial de la colonie dédaignent la couche de neige fraîche et propre dont ils disposent souvent à portée de bec et que les autres foulent ensuite.

Par ailleurs ces déplacements se font de préférence entre la colonie et la falaise continentale car cet espace est le moins ventilé et des oiseaux sortant de « tortue » sont probablement très sensibles au vent.

La progression en file indienne est vraisemblablement plus commode en terrain enneigé. C'est également dans cet ordre que les oiseaux couvrent l'intervalle entre la mer libre et la colonie après une chute de neige. Nos observations nous amènent encore à penser que le seuil de choix entre l'ordre dispersé et la procession varie non seulement en fonction de l'épaisseur de la couche de neige mais encore de la catégorie d'oiseaux dominant dans la colonie. Ainsi aux mois de juin et juillet, alors qu'existe une très grande majorité de couveurs, une chute de 5 à 10 cm de neige suffit à déclencher la progression en file indienne (18 juillet 1966). Il est évident que l'obstacle que constitue une précipitation de cette importance est beaucoup plus significatif pour un adulte handicapé dans ses déplacements par le port d'un œuf ou d'un poussin que pour un autre. Celui-ci n'adoptera ce mode de progression que dans le cas d'un enneigement plus considérable.

D'autre part, indépendamment de tout accroissement du pouvoir

de refroidissement, des promenades le plus souvent en processions s'observent fréquemment au debut de la phase d'incubation et tout à la fin de celle-ci, concernant alors des couveurs chez lesquels l'incubation se prolonge exceptionnellement.

En début d'incubation elles s'expliquent probablement par les difficultés des couveurs non entraînés à maintenir un tonus postural élevé. C'est peut-être aussi ce facteur qui explique la formation tardive des grandes « tortues » peu mobiles, celles-ci ne se constituant qu'en juin alors que la plupart des reproducteurs couvent dès la mi-mai.

4° — *Les chutes de neige exceptionnelles*

Si l'accumulation de neige déclenche une modification du mode de progression, elle peut aussi, quand elle est très importante, entraîner l'immobilisation des oiseaux. C'est ce qu'a observé Mougin en 1964 : après une chute de 80 cm de neige la colonie est restée sur place du 20 au 28 juillet.

5° — *Les interventions de l'homme*

A l'approche d'un groupe d'observateurs les mouvements de panique sont fréquents en début de cycle, chez les oiseaux arrivants. Cette sensibilité décroît ensuite nettement au cours de la pariade.

Par contre, les grandes « tortues » du mois de juin paraissent particulièrement sensibles : une approche discète à 50 mètres provoque chez les oiseaux les plus proches une réaction d'alerte qui se transmet presque instantanément a l'ensemble de la colonie : les têtes se redressent, les rangs périphériques se desserrent. Il semble qu'au cours de l'élevage cette sensibilité tombe à son plus bas niveau chez les partenaires éleveurs simultanément présents.

d) Conclusions sur les mouvements accidentels

Sauf dans le cas des déplacements induits par les variations importantes du pouvoir de refroidissement, les mouvements accidentels ne sont pas systématiques dans leurs directions ou dans leur variation de concentration. Pour une même intensité d'un même facteur les déplacements peuvent être amples ou brefs et s'accompagner de changements de concentration insignifiants. Il s'agit avant tout de *reactions d'évitement* à des facteurs de faible

probabilité, s'effectuant alors souvent dans la panique et s'arrêtant quand l'évitement est réalisé. Par ces caractères les mouvements accidentels sont assez éloignes des mouvements annuels à longues périodes en réponse à des circonstances cycliques d'ordre biologique et d'ordre climatique. Ils n'apparaissent finalement que comme des distorsions de ceux-ci, assez faibles pour n'en pas modifier le schéma fondamental d'une année à l'autre. C'est ce schéma qu'il s'agit maintenant de décrire.

2 — Les mouvements réguliers

A *Les mouvements réguliers à longue période*

Au terme de leurs propres observations et de celles d'ARNAUD (1964), GUILLARD et PRÉVOST (1964) ont émis l'idee d'une regularité des déplacements et des stationnements des Manchots empereurs au cours de leur séjour dans l'Archipel de Pointe Géologie. L'un de ces auteurs (PRÉVOST 1963) distingue ainsi six périodes couvrant la durée du cycle reproducteur (mars et décembre). En fait il ne s'agit pas pour cet auteur de postuler l'identité d'une année à l'autre des *zones* occupées et des *itinéraires* utilisés pour passer de l'une a la suivante. Il s'agit plutôt de supposer la pérennité d'un *cycle de déplacements* dont le fondement d'une année à l'autre répond toujours à certains impératifs de la vie sociale d'*Aptenodytes forsteri*.

Le degré d'ajustement de ce modèle a ses supports successifs fournit une estimation du pouvoir d'adaptation de cette espèce à un environnement variable plus que tout autre.

Tout comme celles de MOUGIN (1966), nos observations renforcent cette hypothèse des mouvements periodiques (résumés dans la figure 4). Nous ne décrivons, cependant, que cinq étapes en 1966, la première des six périodes habituelles etant confondue avec la seconde En effet, comme il a éte dit plus haut, l'aire préférentielle est prise par la glace dès le début du mois de mars A l'arrivée des oiseaux cette zone est encore la seule gelée Il n'y a donc pas de période d'attente sur un substrat provisoire Dès ce moment l'aire préférentielle est cependant limitée par deux icebergs échoués qui occuperont constamment la moitié de la largeur de l'entrée sud de la Vallée des Martyrs s'étendant jusqu'à mi hauteur de celle-ci (fig. 4).

1re et 2e périodes :

S'étendant de l'arrivée à fin mai, elles couvrent approximativement le temps de la pariade et de la ponte. La grande majorité des



Fig. 4. — Mouvements réguliers de la colonie de Pointe Géologie en 19[illegible]
1 : axe de répartition de l'arrivée (mars) à début juin.
2 : axe de répartition et sens de deplacement de debut juin au 18 août.
3 : emplacement occupé du 18 août au 1er octobre.
4 : axe de répartition et sens de déplacement du 1er au 13 octobre.
5 : axe de répartition et sens de déplacement du 13 octobre au 6 novembre
6 : répartition et deplacement du 6 novembre au 19 novembre
7 : repartition et deplacement du 19 novembre jusqu'au départ (décembre
P : groupes de poussins sans adultes.
8 : limite du périmètre occupé jusqu'au 6 novembre.
Zones noircies : icebergs.

déplacements se developpe entre l'Ile Rostand et le Nunatak du Bon Docteur. Jusqu'au 8 avril les groupes sont nombreux et dispersés. Du 8 avril au 10 mai les principaux mouvements sont le fait d'oiseaux allant d'un groupe localisé à la périphérie sud de l'Ile Rostand à un autre s'étendant au pied du Nunatak du Bon Docteur ou inversement. La fin du mois de mai est marquée par une alternance de phases de dispersion et de regroupement en 1 ou 2 masses. Pendant toute cette première période la dispersion est donc relativement élevée ce qui facilite la recherche des partenaires, les préliminaires à la ponte et à l'echange de l'œuf (Prévost 1963). Cette dispersion ne peut cependant s'expliquer aussi par la fragilité de la glace. En 1966, dès cette époque, l'épaisseur de la glace est suffisante pour supporter un groupe d'effectif et de

densité élevée. Mais nous pensons que la forte hétérogénéité de la colonie comprenant alors un grand nombre d'oiseaux inemployés ne favorise pas le groupement à forte concentration à une époque où les conditions climatiques ne catalysent pas encore celui-ci.

3e période :

S'étendant de début juin au 18 août, elle inclut l'incubation et le début de l'élevage des poussins. Elle est caractérisée par l'existence d'un seul groupe de concentration décroissante et dont les déplacements tout en restant faibles — maximum 50 m par jour — s'amplifient progressivement avec les premiers retours massifs de femelles reproductrices (15 juillet). Au cours de la période d'incubation les couveurs groupés en « tortue » compacte se déplacent dans le sens du vent, de la zone la plus abritée (Nunatak) à la plus éventée (Vallée des Martyrs). Parvenus à l'entrée de celle-ci ils amorcent un mouvement de repli en longeant la plage SE de l'Ile Carrel. A cette époque les facteurs climatiques et les facteurs sociaux se renforcent et maintiennent une forte concentration, le pouvoir de refroidissement étant le plus élevé, l'ensoleillement le plus faible et la colonie étant particulièrement homogène.

4e période :

Le 18 août, cinq jours avant l'avènement des premières émancipations (au cours desquelles les poussins abandonnent les « poches incubatrices » de leurs parents), l'ensemble de la colonie pénètre dans la « Vallée des Martyrs », et s'installe dans la zone tourmentée des glaces de pression qui entourent deux icebergs échoués. La valeur adaptative de ce choix n'est pas évidente. En effet si cette zone est ensoleillée, elle ne l'est pas davantage que le reste de l'aire préférentielle dont elle constitue le secteur le plus éventé. Par ailleurs, les versants ouest des deux icebergs, souvent occupés, sont fréquemment enneigés. Pour ces raisons cet emplacement se prête mal à l'élevage des poussins avant et après leur première émancipation que recouvre cette 3e période. Mais on sait aussi (Prévost 1963) qu'au cours de celle-ci, l'éventualité demeure d'une débâcle nécessitant un repli rapide sur un substrat stable. Les reproducteurs s'installent alors avec leurs poussins difficilement mobilisables à proximité immédiate d'un relief facilement accessible et présentant, avec un faible risque d'enneigement, une aire de stationnement suffisamment vaste. Bien que ne constituant pas l'unique terre répondant à ces conditions, la limite NE de l'Ile Carrel, choisie en majorité lors des années antérieures d'observations est encore occupée par les oiseaux en 1966. Ce choix amène

à penser que les Manchots empereurs obéissent davantage à un conditionnement ancestral qu'à une perception de la valeur biologique momentanée d'un emplacement.

Du 1[er] août au 13 octobre c'est précisément sur l'Ile Carrel que s'installe une partie de la colonie. D'ailleurs dès le 1[er] août, jour où depuis la fin mai elle s'est scindée de nouveau en 2 groupes, la dispersion n'a cessé de croître bien que le substrat ne l'ait guère favorisée en 1966.

5[e] période :

Elle va du 13 octobre au 6 novembre et se caractérise par un ample mouvement de dispersion qui fait à nouveau occuper aux oiseaux l'ensemble de l'aire préférentielle.

Il est probable que l'autonomie croissante des poussins soit à l'origine de cette dilatation de la colonie dont les facteurs de cohésion n'ont cessé de décroître depuis le début de la période de l'élevage (diminution de la proportion des couveurs, augmentation de celle des inemployés, multiplication des déplacements individuels que nécessite la recherche du partenaire adulte ou du poussin chez les oiseaux revenant de la mer).

6[e] période :

Le 6 novembre, après plusieurs jours d'un temps exceptionnellement chaud, un groupe de Manchots gagne le plateau continental Après avoir progressé de plus de 500 mètres nos périsciens s'arrêtent à la limite des plaques de neige soufflée. Devant eux la glace vive du continent dont le plan n'est interrompu que par les crevasses latérales et les séracs du glacier de l'Astrolabe. Le 19 novembre ce terme ultime est atteint. L'aire précédente est une mosaïque de déjections. Il est très probable que le relief et l'orientation des séracs protègent alors les oiseaux des vents catabatiques Le 26 novembre leur dispersion est proche de celle du mois d'avril, cependant qu'un phénomène bien particulier attire l'attention. A 500 mètres de la masse principale des adultes se sont constitués 2 groupements denses, circulaires, de 200 - 300 poussins en fin de mue, sans aucun adulte Le 6 novembre un groupe d'importance beaucoup plus réduite reste dispersé sous le Nunatak du Bon Docteur tandis qu'un autre comprenant plusieurs centaines de poussins s'éloigne vers l'Ile du Gouverneur. Au lendemain de la débâcle principale du 20 novembre qui ne respecte que l'aire préférentielle, ce groupe disparaît avec son substrat.

La plupart des observateurs antérieurs se sont interrogés sur la motivation de ces déplacements de grande amplitude survenant

régulièrement en fin de cycle à une époque où la solidité de l'aire préférentielle n'a souvent pas varié significativement. GUILLARD et PRÉVOST (1964) ont invoqué le besoin en neige fraîche. On peut également faire appel à un comportement ancestral d'évitement de la débâcle. Nos enregistrements continus de températures internes nous ont aussi montré à quel point le Manchot empereur s'adaptait physiologiquement mal aux forts réchauffements de son ambiance. Le fait de monter sur le plateau continental lui permet d'éviter ceux-ci. Il est très probable que ces facteurs se renforcent mutuellement et d'une façon variable d'une année à l'autre.

REMARQUES SUR LES MOUVEMENTS ANNUELS A LONGUE PÉRIODE

Les mouvements de la colonie en 1966 semblent bien pouvoir s'interpréter suivant un modèle de déplacement en 6 étapes ayant chacune ses caractéristiques propres. L'étude du support temporel et du support spatial de ce modèle devra permettre dans les années à venir l'approche de problèmes intéressants :

1° — *Concernant le support temporel*

La chronologie des étapes de déplacement est en relation avec celle des stades du cycle reproducteur : à une étape des déplacements correspond un stade de la reproduction. Cependant l'ajustement de ces deux suites temporelles se fait avec une précision variable qui donne une mesure du jeu d'autres facteurs climatiques, sociaux (la composition en classe d'âge dont l'incidence sur la cohésion et l'ampleur des déplacements est indéniable) et accidentels décrits plus haut (dont les variations climatiques très rapides). On voit par exemple que la rigueur de cet ajustement est variable de 1964 à 1966. Ainsi, en 1966, la chronologie des déplacements présente à partir de la fin de la troisième étape un retard d'une quinzaine de jours sur celle des déplacements en 1964 (les dates des déplacements en 1964 sont empruntées à MOUGIN). A la même époque la chronologie du cycle reproducteur présente un retard de 8 jours sur celle de 1964. Celui-ci rend il compte de celui-là ou l'écart s'explique-t-il par l'influence de facteurs de déphasage climatique et social ?

En août 1966, mois de passage à la quatrième étape, le pouvoir de refroidissement est de 1530 kcal/h/m². Or, la quatrième étape est principalement une phase de dispersion et le niveau du pouvoir de refroidissement plus bas en 1966 n'aurait pu qu'accélérer cette

dispersion par rapport à 1964 1585 kcal/h/m² alors qu'elle se trouve en fait ralentie.

Parmi les facteurs climatiques l'ensoleillement varie cependant dans le même sens que la vitesse de passage au quatrième stade des déplacements : en août 1964, il est de 76,2 heures alors qu'il n'est que de 52,5 heures en 1966. Cette baisse très significative a pu être déterminante dans le ralentissement des mouvements de la colonie.

Quant aux facteurs sociaux de désagrégation leur intensité entre août 1964 et août 1966 varie en raison inverse de celle des vitesses de dispersion : en particulier, bien qu'en 1966 la vitesse de dispersion soit plus faible, la proportion d'inemployés perturbateurs est exceptionnellement élevée (mais peut-être faut-il à cette époque interpréter le maintien d'une forte cohésion des éleveurs précisément comme une prévention contre les risques que les inemployés font courir à des poussins dispersés).

Il n'est évidemment pas possible à partir de cette seule comparaison de 1964 à 1966 de conclure sur les facteurs d'ajustement des étapes de déplacements et des stades de reproduction.

Par ailleurs, la chronologie du cycle reproducteur est elle aussi variable et on peut se demander si le retard ou l'avance dans les stades de reproduction n'est pas lui aussi un effet des facteurs climatiques et sociaux.

Ce retard ou cette avance étant en général plus faible parce que ce phénomène à déterminisme interne est moins sensible aux variations de facteurs externes que les phénomènes de déplacement.

Le déphasage entre ces deux cycles de la reproduction et des mouvements de la colonie pourrait donc se faire suivant deux modalités dont on peut donner à titre de schématisation un modèle hydraulique (fig. 5 et 6).

D'autre part, le rôle des facteurs internes dans le déterminisme du cycle reproducteur semble décroître avec l'avancement de celui-ci, la part des facteurs climatiques et sociaux s'accroissant.

C'est ainsi qu'un facteur social joue un rôle déterminant dans l'émancipation des poussins. Il est incontestable que ceux-ci ne quittent la « poche incubatrice » des parents qu'après l'acquisition de l'homéothermie. Mais ils ne quittent pas celle-ci immédiatement après ce progrès physiologique. C'est l'hypothèse qu'impose la trop grande dispersion de poids des premiers poussins sortis des « poches » incubatrices le 23 août 1966 (Prévost (1961) ayant précisément montré que le poids est encore le meilleur critère du degré de régulation thermique). Ce même 23 août, alors qu'à la périphérie ouest de la colonie des poussins de poids très divers sont « sortis », dans toutes les autres zones cette émancipation ne s'est pas encore faite. Nous pensons qu'un phénomène de contagion est

ici déterminant et que la propagation de celui-ci est étroitement lié au mode de groupement. On en vient alors à l'idée que si les mouvements de la colonie sont essentiellement nécessités par le déroulement du cycle reproducteur, ils réagissent aussi sur celui



Fig. 5 — Modèles hydrauliques du rôle des *variations* climatiques et sociales (C) dans le déphasage (D) des *variations de vitesse* du cycle reproducteur et des *variations de vitesse* du cycle des mouvements de la colonie

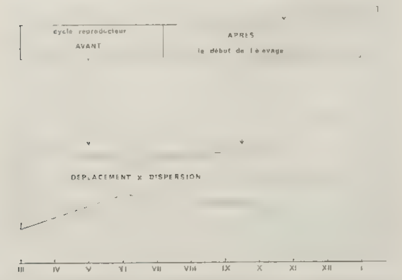


Fig. 6. — Relations entre cycle reproducteur et cycle des mouvements de la colonie

ci après le début de la période d'élevage (fig. 6). Ce phénomène de « fit back » s'accentue probablement au moment où les poussins se groupant en « tortues » passent au deuxième stade d'émancipation. Seules des observations complémentaires peuvent préciser ces interactions. Dans cette étude des ajustements entre cycle des mouvements et cycle reproducteur, il ne s'agit pas pour nous de préciser le niveau des phénomènes ou de choisir entre deux mécanismes. Nous voudrions plutôt, à partir de nos observations, rapprochées de celles des autres, proposer un schéma d'analyse pour la description et l'interprétation de ces ajustements dans les investigations futures.

2° - *Concernant le support spatial*

C'est encore un problème d'ajustement qu'on peut poser ici : celui des aires de stationnement successives aux variations de dimension et de fonctions du groupe en stationnement, celles-ci déterminant le choix de celles-là.

Nous avons vu plus haut (4° étape des mouvements annuels) que cet ajustement est très mal réalisé quand la topographie de la zone de reproduction se trouve fortement perturbée. Autrement dit le Manchot empereur s'adapterait mal à celles des modifications de son environnement physique dont la probabilité est très faible et en face desquelles il persiste dans un comportement habituel (cas de la réaction à l'inclusion d'un iceberg dans l'aire préférentielle). En faisant à propos de l'adaptation la distinction de Piaget entre assimilation (1) et accommodation (2), on peut dire qu'*Aptenodytes forsteri*, face à son milieu particulier, est incapable d'assimilation (d'où l'absence de territoire). Son accommodation doit se faire à un répertoire limité de situations : variations de surface, de ventilation, d'éclairement et d'enneigement. Il ne s'agit que de variations quantitatives exceptionnelles affectant des conditions d'environnement habituelles. La perception de celles-ci ne suppose pas de grand pouvoir de discrimination. Rapporté à ces constatations, le faible niveau d'accommodation d'*Aptenodytes forsteri* explique le scepticisme des observateurs qui se sont interrogés sur l'intelligence pratique de cette espèce.

Cette carence dans l'intelligence contraste singulièrement avec la perfection de l'accommodation physiologique et des accommodations instinctives individuelles et collectives à cet élément fondamental de l'environnement : le pouvoir de refroidissement

(1) Assimilation : modification du milieu en fonction des besoins.

(2) Accommodation : modification des besoins et du comportement en fonction du milieu.

B) *Les mouvements réguliers de petite période*

Si la composition en âges et en fonction, l'ambiance thermique et l'éclairement de la colonie varient régulièrement au cours d'un cycle reproducteur déterminant ainsi des mouvements de déplacements et de concentration, ces lentes fluctuations ne sont pas les seules régulières. Plusieurs phénomènes nycthéméraux peuvent encore être considérés. On peut citer les variations de température entre jour et nuit, qui, faibles ou inexistantes au milieu de l'hiver, s'accentuent au printemps et sont alors même très significatives. Leur occurrence entraîne, très probablement, des variations nycthémerales de concentrations et donc de déplacements Occupés par des enregistrements de données physiologiques, nous n'avons finalement consacré que peu de temps à l'étude de ces phénomènes. On peut cependant citer ici à titre d'indication, pour les recherches futures, quelques observations effectuées à la fin de l'automne et concernant les déplacements induits par les variations diurnes de l'éclairage direct de la zone de reproduction

Dès le mois de mars la hauteur du soleil, l'interposition des reliefs de l'Ile des Pétrels, de l'Ile Rostand et de l'Ile Carrel, celle aussi des débris de l'Astrolabe échoués au nord-est du Nunatak du Bon Docteur, ne permettent plus l'éclairage direct de la totalité de l'aire préférentielle Il nous a paru que les déplacements des oiseaux en avril et en mai, par rapport aux plages éclairées qui se forment et se déplacent au cours de la journée, ne s'effectuent pas au hasard. Les mouvements par lesquels les oiseaux se dirigent vers ces zones à éclairement direct sont les plus amples de ceux qu'ils effectuent en avril et mai. Ces plages éclairées polarisent en quelque sorte l'aire préférentielle. Nous avons observé un tel phénomène pour la première fois à 15 h, le 21 avril, alors que nous nous interrogions sur la signification des processions faisant passer un grand nombre d'oiseaux d'un groupe A massé au pied de l'Ile Rostand à la limite sud-est de celle-ci, à un groupe B s'étirant entre l'Ile Carrel et le Nunatak du Bon Docteur, un mouvement moins important s'effectuant de B vers A tout comme les jours précédents à la même heure Or, à très peu près, ces deux groupes occupaient les deux seules régions de l'aire préférentielle bénéficiant d'un éclairage direct intense. A 16 heures, alors que l'ombre s'étend sur le groupe A, les déplacements qui se font plus que de A vers B ont augmenté d'intensité. A la même heure, à la périphérie du groupe A, opposé au pôle origine des processions de A vers B, les oiseaux se mettent en « tortue ». Un peu plus tard, quand à son tour le groupe B passe dans l'ombre, les déplacements de A vers B s'arrêtent, et dans ce dernier groupe les oiseaux provenant de B

sont les premiers à se mettre en « tortue » Le lendemain matin, alors que la zone de A est la première éclairée, nous retrouvons un groupe A beaucoup plus dense que la veille. Observé régulière-

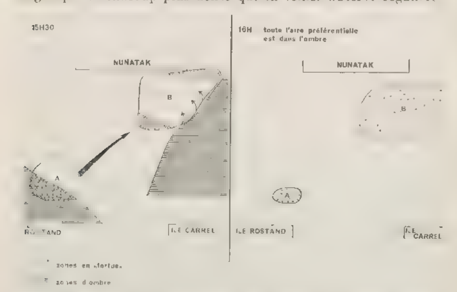


Fig 7. — Déplacements et variations de concentration en fonction de l'ensoleillement du substrat.

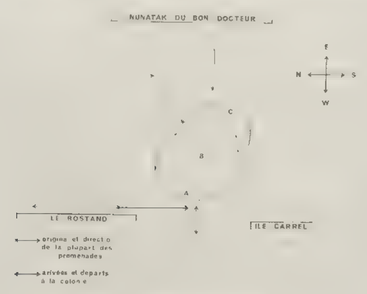


Fig. 8. — Zonation de la colonie.

ment les jours suivants, ce phénomène se reproduit avec une netteté particulière le 28 avril ; le groupe A émigre presque intégralement vers le groupe B entre 15 h 30 et 16 h. Dans le même temps les oiseaux de la périphérie ouest de celui-ci se tassent vers le centre à mesure que les atteint la zone d'ombre (fig. 7).

Le 25 mai seule subsiste la plage éclairée de B qui vers 16 heures constitue un arc de cercle s'étirant entre l'Ile Carrel et le Nunatak du Bon Docteur. La masse des couveurs en épouse les contours et se déplace en fonction de ses déformations.

Jusqu'au 1er juin ce phénomène s'observera nettement plusieurs fois. Le 2 juin le soleil n'éclaire plus l'aire préférentielle et jusqu'au 29 juillet la colonie ne sera plus éclairée directement.

En résumé, si la déformation quotidienne des zones ensoleillées interfère dans ses effets avec d'autres facteurs, elle détermine dans des conditions que nous avons essayé de définir des mouvements pendulaires ne modifiant, cependant, pas sensiblement le tableau des mouvements réguliers à grande période qui affectent l'ensemble de la colonie.

C) *La zonation de la colonie*

Observée dès début juillet, elle s'est présentée avec le maximum de fréquence à la fin du mois d'août. On pouvait alors distinguer :

— une zone A où les couples de parents se passant un poussin étaient en majorité,

— une zone B composée principalement d'éleveurs ou encore de couveurs sans partenaire,

— une zone C où prédominaient très largement les inemployés (fig. 8).

a) *La zone A* est en quelque sorte la surface d'échange entre arrivants et partants.

De juillet à octobre elle constitua toujours la périphérie ouest de la colonie et par là le seul invariant de celle-ci au cours de ses déplacements.

De ce fait elle coïncide aussi avec :

— la région la mieux éclairée,

— la région la mieux abritée du vent,

— le carrefour des deux principales routes de la mer : la Vallée des Martyrs et la base N-S de l'Ile Rostand.

Secteur le moins dense, elle est aussi le plus animé, la fréquence des chants de cour étant plus élevée que dans la zone B alors qu'elle est très basse ou nulle dans la zone C.

β) *La zone B* est constituée de couveurs ou d'éleveurs attendant leur relève et se déplaçant vers la surface d'échange probablement quand ils sont stimulés par l'approche de leur partenaire. Ils occupent le secteur le plus vaste et le plus dense.

γ) *La zone C* constitue l'enveloppe de la colonie. Elle correspond aux aires de stationnement et de fonctionnement des inemployés repoussés de la zone A et de la zone B.

Dans ces trois secteurs les oiseaux que nous leur avons rapportés constituent seulement la catégorie dominante dans une proportion qui varie probablement beaucoup au cours de la période d'élevage. Il sera intéressant de préciser cette distribution, de décrire ses facteurs d'évolution et de définir les modalités d'interaction de ces trois « quartiers » de la colonie.

RESUME

Comme les années précédentes, de mars à décembre, des observations régulières ont été effectuées en 1966 à la colonie de Manchots empereurs de Pointe Géologie (Terre Adélie). Quelques particularités de la mortalité ont retenu l'attention : très faible mortalité globale au stade des poussins, forte mortalité initiale au stade des œufs. Le biotope était caractérisé par une proximité exceptionnelle de la mer libre. En rapprochant ces phénomènes et en les rapportant aux observations antérieures, nous avons entrepris une étude factorielle de la mortalité. Parmi les facteurs exogènes le pouvoir de refroidissement de l'ambiance constitue le plus important des déterminants de mortalité. Parmi les facteurs endogènes ont été retenues les variations de motivation pour le comportement reproducteur ou de simulation de celui-ci chez les jeunes adultes. En référence à la méthode de double quantification de LORENZ, les variations de stimulation par modification du pouvoir de refroidissement ne constituent qu'un déclencheur pour les variations de motivation. Si du point de vue de l'adaptation ce phénomène exprime la qualité de l'adaptation thermique du Manchot empereur, il signifie aussi le rôle néfaste que peuvent jouer les tentatives d'intégration et les formes d'inadaptation sociale de certaines catégories d'oiseaux (immatures et reproducteurs inexpérimentés). Dans cette perspective la mortalité, principalement au stade des œufs, constitue le prix que la société paye pour l'apprentissage de sa reproduction.

Dans une description des mouvements de la colonie nous avons distingué les mouvements accidentels des mouvements réguliers. Parmi ces derniers les déplacements à longue période s'effectuent sur la modalité de ceux des cycles antérieurs. Ils paraissent bien déterminés par les besoins de protection thermique et d'espace régulièrement variables, nécessités par l'incubation et l'élevage. D'une année à l'autre ces mouvements ne se reproduisent cependant pas aux mêmes dates. Leurs déphasages s'expliquent par des facteurs climatiques et sociaux. Cependant si, en début de cycle, les nécessités de la reproduction rendent compte des modifications de la dispersion, celle-ci réagit en fin de cycle sur la vitesse de passage d'un stade d'émancipation au suivant. Ce fit back s'effectue par le canal de facteurs sociaux, notamment un phénomène de contagion.

Enfin la zonation de la colonie se caractérise par l'existence d'un gradient d'activité sociale : maximale au carrefour des routes de ravitaillement, celle-ci atteint son minimum dans le secteur le moins abrité de la colonie.

SUMMARY

As in the previous years, regular observations were made from March to December 1966 at the Emperor Penguins Colony of Pointe Geologie, Adelie Land. Some particularities attracted the attention : very low total mortality at the chick stage, high initial mortality at the egg stage. The biotope was characterized this year by an exceptionnal proximity of the open sea. Comparing those phenomena and refering to previous observations, we undertook to study the mortality factors. The cooling power of the surrounding is the most important determinant of mortality among the external factors. Among the internal factors, we noticed mostly the variations of motivation in reproductive behaviour or of simulation of the latter in young adults. Refering to Lorenz's double quantification method, the variations of the cooling power are only constituting a releaser for variations of motivation. From the point of view of adaptation, this phenomenon reveals the quality of thermic adaptation in Emperor Penguins, it also expresses the disadvantageous part which can be played by integration trials and forms of social inadaptation in some categories of birds (immature birds and inexperienced breeders).

So one may say that, mortality at the egg stage makes up the price paid by the society to learn breeding.

Describing the movements of the colony, we distinguished accidental and regular motions. Among the latter, long period shiftings were performed in the same way as in previous cycles. They seem to be really determined by regularly varying needs of space and of thermic protection, made necessary by incubation and chick rearing. From year to year however these movements do not occur at the same dates. This displacing is explained by climatic and social factors. But, if, at the beginning of one cycle, reproduction needs explain those modifications in dispersion, conversely this react at the end of the cycle on the transition speed from one emancipation stage to the following one. This fit back is helped by social factors, and more especially by a contagion phenomenon.

Finally colony zonation is characterized by a gradient of social activity : maximum at the crossing of the ways to food supplies, it becomes minimum in the less sheltered sector of the colony.

BIBLIOGRAPHIE

Arnaud, P., 1964. — Observations écologiques à la colonie de Manchots empereurs de Pointe Géologie (Terre Adélie) en 1962. *L'Oiseau et R. F. O.*, 34 : 2-32.

Budd, G. M., 1962. — Population studies in rookeries of the Emperor Penguin *Aptenodytes forsteri*. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 139 : 365-388.

Cendron, J., 1952. — Une visite hivernale à une rookerie de Manchots empereurs. *La Terre et la Vie*, 2 : 101-108.

Guillard, R., et Prévost, J., 1964. — Observations écologiques à la colonie de Manchots empereurs de Pointe Géologie (Terre Adélie) en 1963. *L'Oiseau et R. F. O.*, 34 : 33-51.

Mougin, J. L., 1966. — Observations écologiques à la colonie de Manchots empereurs de Pointe Géologie (Terre Adélie) en 1964. *L'Oiseau et R. F. O.*, 36 (3-4) : 166-226.

Prévost, J., 1953. — Formation du couple, ponte et incubation chez le Manchot empereur. *Alauda*, Paris, 21 (3) : 141-156.

Prévost, J., 1958. — Note complémentaire sur la ponte et l'incubation chez le Manchot empereur. *Alauda*, 26 (1) : 26-30.

Prévost, J., 1958. — Etude comparative de la mortalité à la colonie de Manchots empereurs de Pointe Géologie pendant les années 1952 et 1956 *L'Oiseau et R. F. O.*, 28 : 99-111.

Prévost, J, 1961 — Ecologie du Manchot empereur. Gray Hermann, Paris, 204 pp.

Prévost J, 1963. — Influence des facteurs bio-climatiques sur le nomadisme des Manchots empereurs à la colonie de Pointe Géologie *L'Oiseau et R. F. O.*, 33 (2) : 89-102.

Prévost, J., et Sapin-Jaloustre, J., 1964. — A propos des premières mesures de topographie thermique chez les *Spheniscidae* de la Terre Adélie *L'Oiseau et R. F. O.*, 34 : 52 90.

Sapin-Jaloustre, J, 1955. — Contribution à l'étude de l'acclimatation de l'homme et des Vertébrés supérieurs dans l'Antarctique et plus spécialement en Terre Adélie. *Biologie médicale*, 44 (1 2) : 15-72, 135-208.

Sapin-Jaloustre, J, 1960. — Ecologie du Manchot Adélie Hermann, Paris, 211 pp.

Siple, P, and Passel, G., 1945. — Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. *Proc. Am. Phil. Soc.*, vol. 89, n° 1 : 177-199.

Stonehouse, B., 1960. — The King penguin, *Aptenodytes patagonica*, of South Georgia. I. Breeding behaviour and development. *Falkland Islands Dependencies Surveg, Rep.*, 23 : 81 pp.

Wilson, E. A, 1907. — Aves. British National Antarctic Expedition 1901 1904 *Lond.*, 2, *Zool.* : 1-121.

Muséum National d'Histoire Naturelle,
Laboratoire de Zoologie (Mammifères et Oiseaux),
55, rue de Buffon, Paris-V^e^.

NOTES SUR LE CYCLE REPRODUCTEUR ET LA MUE DU MANCHOT ADELIE (*PYGOSCELIS ADELIAE*) DANS L'ARCHIPEL DE POINTE GEOLOGIE (TERRE ADELIE)

par J.-L. MOUGIN [1]

La présente note est basée sur les observations effectuées dans les colonies de Manchots Adelie de l'Ile des Pétrels, Archipel de Pointe Géologie, Terre Adélie (66°40'S, 140°01'E), entre les mois de décembre 1963 et avril 1964 et entre octobre et décembre 1964. Les observations de nos prédécesseurs des années 1961, 1962 et 1963 ont été également utilisées et nous ont permis d'intéressantes comparaisons [2].

LE CYCLE REPRODUCTEUR ANNUEL

Le premier Manchot Adélie apparaissait dans l'Archipel de Pointe Géologie le 8 octobre 1964, contre le 13 octobre 1961, le 18 en 1962, le 16 en 1963. Ce premier arrivant devait rester seul sur l'archipel pendant plusieurs jours.

La première copulation etait observée le 18 octobre, la majorité à la fin du mois, mais il s'en produisait encore jusqu'au 23 décembre Le premier œuf était pondu le 9 novembre, à la même date que les annees précédentes : le 9 novembre en 1961 et en 1962, le 8 novembre en 1963. Entre la première arrivée et la première ponte, il s'écoulait 27 jours en 1961, 22 jours en 1962, 23 jours en 1963, et 32 jours en 1964.

On sait que les Manchots Adélie pondent le plus souvent deux œufs, à 3 jours d'intervalle (SAPIN-JALOUSTRE 1960). Sur 22 couples vérifiés par nous, le deuxième œuf était pondu 24 heures après le premier dans deux cas (9 %), deux jours après dans 4 cas (18 %), trois jours après dans 14 cas (63 %), cinq jours après dans 1 cas (5 %), six jours après dans 1 cas (5 %). Sur les 35 couples bagués que comptait notre colonie d'étude, deux femelles seulement pondaient trois œufs, la première apres prélèvement du premier œuf

(1) Equipe de Recherche de Biologie Animale Antarctique

(2) Nous voulons remercier ici J. C. HUREAU (1961), P. ARNAUD (1962), R. GUILLARD (1963) pour leur collaboration, ainsi que J. C. DOUSSET et G. POLIAN pour l'aide qu'ils nous ont apporté sur le terrain et J. PRÉVOST qui a revu et commenté cette note.

(les 12, 15 et 17 novembre), la seconde sans aucun prélèvement (les 10, 12 et 15 novembre).

Un nid contenant 4 œufs a également été observé. Deux d'entre eux avaient été entraînés par de l'eau de fonte, ce qui pourrait expliquer une ponte de remplacement aussi abondante.

TABLEAU I

Chronologie des différentes phases du cycle reproducteur

Localité	Date	Premières arrivées	Premières pontes	Premières éclosions	Derniers départs	Auteur
Pointe Géologie	1950-1951	21.X				SAPIN-JALOUSTRE
Pointe Géologie	1952	18.X	10.XI	16 XII	9.IV	PRÉVOST
Pointe Géologie	1956	21.X	13.XI		5.IV	PRÉVOST
Pointe Géologie	1960-1961				30.III	HUREAU
Pointe Géologie	1961-1962	13.X	9.XI	14.XII		HUREAU
Pointe Géologie	1962-1963	18 X	9.XI		31.III	ARNAUD-GUILLARD
Pointe Géologie	1963-1964	16.X	8.XI	14.XII	15 IV	GUILLARD-MOUGIN
Pointe Géologie	1964-1965	8.X	9 XI	12.XII		MOUGIN
Port Martin	1950-1951	20.X	10.XI	13.XII	23.III	SAPIN-JALOUSTRE
Cape Denison	1912-1913	12.X	3 XI			FALLA
Cape Denison	1913-1914	17.X	9.XI	17.XII		FALLA
Petermann Is.	1909-1910	12.X	9.XI			GAIN
Ile Both-Wandel	1904-1905	15.X	3 XI			MENEGAUX
South-Orkneys	1903-1904	7.X	29.X	4.XII		CLARKE
South-Orkneys	1904-1905	8.X	2.XI	12.XII		CLARKE
Signy Is.	1950-1951		29.X	4.XII		SLADEN
Hope Bay			1.XI			SLADEN
Cape Adare	1911-1912	13.X				MURRAY-LEVICK
Cape Royds	1959-1960		4.XI	10 XII		TAYLOR

Les dimensions moyennes des œufs prélevés pendant l'incubation en 1963 et en 1964 sont les suivantes : poids : 120 g (108 - 139 g pour 6 spécimens), longueur : 70,3 mm (63,3 - 77,2 mm pour 16 spécimens), diamètre : 55,1 mm (51,2 - 58,9 mm pour 16 poussins

---

PLANCHE II

1 — Le nid d'un couveur inexpérimenté. L'oiseau quitte son nid à la moindre alerte. Un œuf a déjà été emporté par un Skua, l'autre est couvé très irrégulièrement. La plupart des cailloux constituant le nid ont été volés par les oiseaux voisins (27-XI-64).

2 - Un nid de *Pygoscelis adeliae* contenant quatre œufs vraisemblablement pondus par la même femelle. Les premiers œufs ayant été emportés du nid par les eaux de fonte, une ponte de remplacement a eu lieu (26-XI-64

1

2

PLANCHE II

Planche III

3

4

Un œuf de très petite taille a été prélevé. Il mesurait 55,5 × 46,8 mm et pesait 58 g.

Le poids de l'adulte au moment de la ponte atteint à peu près 5,9 kg (4,2 - 7,8 kg pour 58 spécimens). Le rapport du poids de l'œuf au poids de l'adulte est donc de 2,0 %.

La première éclosion était observée en 1961 et en 1963 le 14 décembre, en 1964 le 12 décembre. La durée d'incubation atteignait 35 jours (32 - 37 pour 16 spécimens pour le premier œuf pondu et 34 jours (31 37 pour 12 spécimens) pour le second. C'est dire que les éclosions étaient plus rapprochées que les pontes : sur 12 couples vérifiés par nous, le deuxième poussin naissait un jour après le premier dans 5 cas (42 %), deux jours après dans 6 cas (50 %), trois jours après dans 1 cas (8 %).

Sur 55 œufs pondus dans une colonie étudiée en 1964, 36 poussins venaient à éclosion, soit une mortalité de près de 35 % des œufs pondus.

Les premières émancipations de poussins se produisaient le 6 janvier 1964, et les premières crèches se formaient le 10 du même mois.

Les premiers immatures de seconde année revenaient à la côte le 16 décembre 1963, le 24 l'année suivante Quelques oiseaux de cette catégorie d'âge étaient encore présents en janvier et février.

Les premiers poussins quittaient l'Archipel de Pointe Géologie, en 1963 le 10 février, en 1964 le 7, les derniers le 1er mars 1964 Les adultes commençaient à muer vers la mi février. Le dernier départ d'adulte avait lieu, en 1961 le 30 mars, en 1963 le 31 mars, en 1964 le 15 avril.

Le tableau I résume la chronologie des phases du cycle reproducteur à Pointe Géologie au cours des années d'observations précédentes et dans d'autres localités antarctiques.

La mue du Manchot Adélie adulte

Entre la fin de l'élevage des poussins et la désertion de la colonie, les Manchots Adélie adultes séjournent un peu moins d'un mois à terre pour muer. Nous avons voulu étudier sommairement

---

PLANCHE III

3. — Station de mue de *Pygoscelis adeliae*. Orientée au nord, la station de mue bénéficie d'un ensoleillement considérable, et d'un bon abri contre les vents dominants (Est à Sud) (26-III-64).

4. — Le nid d'un couple expérimenté. Les œufs sont couvés très régulièrement Les oiseaux accumulent tous les cailloux qu'ils peuvent trouver (27-XI-64).

ce phénomène et notamment la température centrale des oiseaux et l'influence que pouvait avoir le choix d'un site de mue

Du 17 mars au 2 avril, une installation microclimatologique comprenant un thermographe à mouvement hebdomadaire, un thermomètre à mercure et un anémomètre totalisateur dont les coupelles tournaient à 60 centimètres du sol, fonctionnait dans une grande colonie située à l'est de l'Ile des Pétrels. Une installation analogue était montée dans une station de mue : on sait en effet que la mue des Manchots Adélie s'effectue exceptionnellement à l'intérieur du territoire de la colonie de reproduction. Une observation était effectuée chaque jour en même temps que celle de la station météorologique de la Base Dumont d'Urville. Les résultats sont donnés au tableau II.

TABLEAU II

Microclimatologie des stations de mue des Manchots Adélie

	Climat général	Colonie	Station de mue
Température (10 h. loc.) (C°)	— 10°1	— 8°7	— 7°6
Vitesse moyenne du vent (m/s)	10,7	4,6	2,2
Pouvoir de refroidissement (cal/m²/h)	1400	1140	935

Les conditions recherchées par les oiseaux dans les sites de mue sont à peu près diamétralement opposées à celles des colonies de reproduction. Les colonies sont fortement ventilées (43 % de la vitesse du vent du climat général dans notre colonie d'étude), la neige ne s'y accumule pas, ce qui limite la mortalité des œufs et des jeunes poussins. Au contraire, les stations de mue sont abritées du vent (des obstacles rocheux réduisaient sa vitesse à 20 % de celle du climat général dans la station de mue étudiée par nous), la neige s'y accumule, et ceci est un facteur favorable pour les oiseaux en mue qui, totalement ensevelis, sont protégés des rigueurs du climat ambiant. Notons enfin que la station de mue que nous avons étudiée était exposée au nord et bénéficiait d'un ensoleillement maximum. C'est ce qui explique que la température ambiante était supérieure de 2°5 à celle du climat général.

Des mesures de températures rectales étaient effectuées tous les trois jours sur dix oiseaux bagués en mue, au moyen d'un thermomètre médical. La valeur obtenue : 39°7 (38°2 - 41°4 pour 32 mesures). Cendron (1953) avait trouvé 39°5 pour 7 oiseaux seulement. Si on considère que la température moyenne de l'espèce est de 38°5 (Prévost et Sapin-Jaloustre 1964), on est amené à con-

clure que la mue s'accompagne effectivement d'une élévation de température supérieure à 1° C.

Le tableau III indique la variation de la température rectale au cours de la mue chez quelques oiseaux.

TABLEAU III

Variation de la température rectale au cours de la mue

Oiseau	5 mars	11 mars	14 mars	18 mars	20 mars
26	39°4	40°0	40°1	38°6	38°5
30	40°0	40°3	40°4	38°2	
31	40°0	39°8	40°5	39°4	39°5

L'élévation de la température rectale est sensible avant même qu'on puisse observer un début de chute du plumage. Deux oiseaux étudiés pendant ce stade préliminaire à la mue accusaient respectivement 39°4 et 40°0. Avant même la chute de l'ancien plumage, la formation des nouvelles plumes s'accompagne d'une augmentation sensible du métabolisme.

Au cours de la mue, la température des oiseaux paraît s'élever progressivement, au fur et à mesure que s'accentue l'amaigrissement. Elle s'abaisse brusquement (1°5 pour l'oiseau 26, 2°2 pour l'oiseau 30 en moins de 4 jours) alors même que la mue n'est pas totalement achevée ainsi qu'en témoignent la présence des restes de l'ancien plumage et la taille réduite des rectrices. Ceci semblerait donc montrer que la croissance finale des dernières plumes ne nécessite pas de besoins énergétiques aussi importants que pendant les premiers stades de la mue [1].

Pendant la mue, la genèse du nouveau plumage entraîne une augmentation considérable du métabolisme des oiseaux, avec comme conséquence une élévation de la température centrale supérieure de plus de 1° à celle des oiseaux qui ne muent pas — et un amaigrissement considérable : en trois semaines tout au plus, les oiseaux perdent 40 (CENDRON 1953) ou 45 % (PENNEY 1967) de leur poids, amaigrissement analogue à celui des mâles pendant la pariade et l'incubation (SAPIN-JALOUSTRE 1960), mais réalisé en deux fois moins de temps. Le poids minimum compatible avec la survie

(1) Un phénomène voisin semble se produire chez les poussins. Pendant la période des crèches, les poussins, bien alimentés et souvent exposés aux rayonnements solaires, ont une température rectale de 39°4 (38°8 - 40°2 pour 33 mesures (PRÉVOST et SAPIN-JALOUSTRE 1964). En fin de mue, alors qu'ils sont peu actifs, souvent amaigris, mal nourris et soumis à des conditions climatiques déjà beaucoup moins clémentes, leur température s'abaisse. Trois mesures effectuées sur des oiseaux de poids compris entre 2700 et 2800 g nous ont donné une moyenne de 38°4 (38°1 - -38°7).

étant pratiquement atteint en fin de mue, on peut donc être certain que le choix de la station de mue joue un rôle très important, et sa valeur de survie est en tous points comparable à celle des tortues chez le Manchot empereur.

BIBLIOGRAPHIE

Arnaud, P., 1962. — Notes M. S.

Cendron, J., 1953. — La mue du Manchot Adélie adulte. *Alauda*, 21 : 77-84.

Clarke, W. E., 1906. — On the Birds of the South Orkney Islands. *The Ibis*, vol. VI, eighth series : 145-187.

Falla, R. A., 1937. — Birds. B.A.N.Z.A.R.E. Reports, series B, vol. 2, 288 pp.

Gain, L., 1913. — Oiseaux antarctiques. Deuxième Expédition Antarctique Française (1908-1910). Masson et Cie, 200 pp.

Guillard, R., 1963. — Notes M. S.

Hureau, J. C., 1961. — Notes M. S.

Menegaux, A., 1907. — Oiseaux. Expédition Antarctique Française (1903-1905). Masson et Cie, 79 pp.

Murray-Levick, G., 1915. — Natural History of the Adelie Penguin. British Antarctic « Terra Nova » Expedition 1910. *Zoology*, 1, 2 : 55-84.

Penney, R. L., 1967. — Molt in the Adélie Penguin. *The Auk*, 84, 1 : 61-71.

Prévost, J., et Sapin-Jaloustre, J., 1964. — A propos des premières mesures de topographie thermique chez les Sphéniscidés de la Terre Adélie. *L'Oiseau et R. F. O.*, 34, numéro spécial : 52-90.

Sapin-Jaloustre, J., 1960. — Ecologie du Manchot Adélie. Hermann, Paris, 208 pp.

Sladen, W. J. L., 1958. — The Pygoscelids Penguins. I. Methods of study; II. The Adélie Penguin, *Pygoscelis adeliae* (Hombron et Jacquinot). *F. I. D. S. Scientific Reports*, n° 17.

Taylor, R. H., 1962. — The Adelie Penguin *Pygoscelis adeliae* at Cape Royds. *Ibis*, 2, 104 : 176-204.

Muséum National d'Histoire Naturelle,
Laboratoire de Zoologie (Mammifères et Oiseaux),
55, rue de Buffon, Paris-V^e^.

LES PETRELS GEANTS
(*MACRONECTES HALLI* et *MACRONECTES GIGANTEUS*)
DE L'ILE DE LA POSSESSION

par J.-F. VOISIN (1)

Les Pétrels géants (*Macronectes giganteus* (Gmelin) et *Macronectes halli* (Mathews) sont des oiseaux largement circumpolaires répartis entre le Continent antarctique et le 30e parallèle sud, et remontant éventuellement plus au nord là ou existe un courant froid, par exemple au large des côtes ouest de l'Amérique et de l'Afrique méridionales. Ils nichent sur la plupart des terres au sud de la convergence subtropicale jusqu'au continent antarctique, où entre autres la colonie de l'Archipel de Pointe Géologie, en Terre Adélie, est parmi les plus méridionales connues (2).

A la suite des travaux de MATHEWS (1912), GRANT, LOWE et KINNEAR (1930) et de MURPHY (1936), on admettait une seule espèce dans le genre *Macronectes*, *M. giganteus*, extrêmement polymorphe. Cependant BOURNE et WARHAM en 1966 ont clairement montré qu'il en existait en réalité deux, *M. giganteus* et *M. halli*, élevant ainsi au rang d'espèce une race décrite par MATHEWS (1912). Ces deux espèces présentent entre elles des différences morphologiques faibles et des différences écologiques importantes, en particulier un cycle reproducteur decalé de plus d'un mois. En plus, la répartition de *M. giganteus* serait plus méridionale que celle de *M. halli*, mais les deux espèces cohabitent sur nombre d'îles subantarctiques, comme les Iles Macquarie, Kerguelen et Crozet. L'étendue de cette zone de cohabitation reste d'ailleurs encore à préciser.

Lors de notre séjour à l'Ile de la Possession (Archipel Crozet) en 1966, nous avons reconnu huit colonies de Pétrels géants, dont trois occupées par les deux espèces (fig. 1). La plus importante dans la Vallée du « La Pérouse », groupait environ 60 couples reproducteurs de *M. halli* et un nombre indéterminé de *M. gigan-*

(1) Equipe de Recherche de Biologie Animale Antarctique.

(2) Nous tenons à remercier ici nos camarades de la 3e mission à Crozet, R. CARIO, G. LAMY et tout spécialement P. COUPARD, pour l'aide qu'il nous ont apportée, ainsi que M. Le Conservateur BARTH, du Biologisk Museet d'Oslo, et M. Le Conservateur EDELSTAMM, du Riksmuseet de Stockholm, qui ont mis leurs collections à notre disposition, et enfin M. PRÉVOST, dont les conseils nous ont été très utiles pour la rédaction de cette note.

teus. Les autres colonies, situées à la Baie Américaine, aux criques du Sphinx et de la Chaloupe et à la Pointe du « Bougainville », comptaient 108 nids au printemps austral 1966, auxquels il convient d'ajouter quatre nids isolés de *M. halli*. 33 nids, situés à la Crique de la Chaloupe et à la Baie Américaine, étaient occupés par des *M. giganteus*, de sorte que cette espèce peut être considérée comme représentant 30 % des effectifs de Pétrels géants nicheurs de la moitié est de l'île. Il est d'ailleurs extrêmement probable qu'il en soit de même dans la partie ouest.

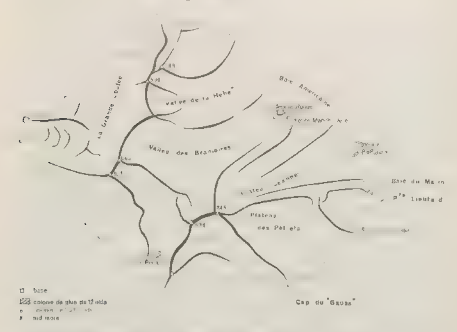


Fig. 1. — Localisation des colonies de Pétrels géants de l'est de l'Île de la Possession.

OBSERVATIONS MORPHOLOGIQUES

Coloration

La coloration des Pétrels géants a déjà été étudiée en détails par Warham (1962) et Bourne et Warham (1966), aussi nous nous bornerons à mentionner quelques observations complémentaires.

Le plumage.

Dans l'Archipel Crozet, *Macronectes halli* présente un plumage assez uniforme, brun avec une zone claire plus ou moins grande

sur la face et le cou, parfois presque absente (mâle n° 7). Par contre, *Macronectes giganteus* montre une coloration extrêmement variée, très semblable à celle de l'espèce précédente chez environ un tiers des couveurs, passant chez les autres au gris fer ou au brun avec la tête et le cou presque blancs, avec toutes les transitions possibles. Nous pensons que les oiseaux les plus sombres sont les plus jeunes, sans pouvoir encore le démontrer avec certitude (HOLGERSEN 1945, WARHAM 1962). D'après les spécimens en peau que nous avons examinés, provenant des régions les plus diverses de l'Antarctique, ces variations de colorations sont générales.

Un seul oiseau en phase blanche nichait dans les colonies étudiées, sur le Morne Rouge. En mars 1966, il mena à bien l'élevage d'un poussin lui aussi en phase blanche. Un autre fréquentait les abords de la colonie de la Vallée du « La Pérouse » au mois de septembre, mais nous n'avons pu savoir s'il y nichait. Pendant l'hiver 1966, nous avons fait plusieurs observations de Pétrels géants blancs, surtout dans la Baie du Marin, mais sans savoir s'ils appartenaient à la population nicheuse de l'Ile.

Par leurs autres caractères — coloration du bec, chronologie de la reproduction — ces oiseaux se rattachaient de façon certaine à l'espèce *M. giganteus.*

Le bec (fig. 2).

En période de reproduction, *M. halli* présente un bec olivâtre, tirant sur le rouge brique sur les onglets et le latéricorne, celui de *M. giganteus* est de couleur verdâtre, plus franchement vert sur les pièces terminales. Dès la fin de l'élevage du poussin, ces teintes s'estompent considérablement, surtout chez *M. giganteus*, qui montre alors un bec couleur corne rosée, avec l'extrémité bleu-vert. Cette coloration semble apparaître dès le mois de décembre chez les inemployés de cette espèce. Il existe toutefois des différences notables dans l'intensité de la coloration du bec de *M. giganteus*. Chez *M. halli*, surtout les mâles, il existe souvent des taches bleu-noir à bords diffus sur les onglets. Nous en avons aussi observé sur ceux de quelques mâles de *M. giganteus* (mâle n° 13 A, deux exemplaires prélevés, un spécimen en phase blanche rapporté par le Dr GAUDIN en 1964). Dans les quelques heures qui suivent la mort, la couleur du bec s'estompe et disparaît plus ou moins, sauf les marques bleues. Par contre, les taches brunes que nous avons observées sur les becs de certains exemplaires en peau nous semblent bien être des artefacts.

La couleur du bec est le seul critère permettant d'identifier les oiseaux de façon sûre à distance, mais il est d'un emploi difficile.

Taille et poids

Le tableau I ([1]) compare les mensurations des deux espèces compte tenu du sexe à l'Ile de la Possession. Pour diverses raisons — dont l'absence de littérature — nous n'avons fait que très peu de mesures de la longueur standard du culmen (LC). Par contre, nous avons mesuré celle, sensiblement égale, de la base du latéricorne à l'apex (L).

TABLEAU I

Mensurations de Pétrels géants de l'Ile de la Possession

	Mâles					Femelles					
Mesures	n	max.	min.	moy.	sm	n	max.	min	moy.	sm	Unités
1) *Macronectes halli*											
Bec											
LC	2	111	103	107	—	3	90	85,5	88,1	—	mm
L	29	106	97	101,2	0,5	16	93	84	88,2	0,36	mm
Aile	19	562	495	526,1	4,15	13	528	473	499,1	3,9	mm
Tarse	2	106	104	105	—	3	96,5	87	90,8	—	mm
Poids	18	5400	4250	4711,1	96	12	4200	2900	3570,8	121	g
2) *Macronectes giganteus*											
Bec											
LC	5	107,5	100	106	—	1	—	—	91,5	—	mm
L	14	106	95	101,1	0,73	14	90	85,5	88,1	0,78	mm
Aile	10	557	529	545,7	3	6	551	503	517,1	7,5	mm
Tarse	5	105,5	102,5	103,6	—	1	—	—	92	—	mm
Poids	9	5300	4650	5019.4	76	7	4900	3350	3944,3	224	g

On peut immédiatement constater que, compte tenu du sexe, les différences entre *M. halli* et *M. giganteus* sont très faibles ([1]). En particulier celles portant sur la longueur du bec sont imperceptibles, l'intervalle entre les moyennes étant parfois inférieur au millimètre, et les extrêmes sensiblement les mêmes. Par contre, la taille de l'aile est nettement supérieure chez *M. giganteus* et le calcul statistique montre que la différence des moyennes de cette longueur est significative au seuil de 99 %, les valeurs du rapport de T étant respectivement 3,31 pour les mâles et 2,94 pour les femelles. Cepen-

(1) En plus des mesures qui figurent dans ce tableau nous avons pris chez tous nos spécimens celles du tube nasal et celles des narines à l'apex. Ces mesures confirment nos résultats, les différences entre leurs moyennes chez les deux espèces étant de l'ordre d'un demi à un dixième de millimètre.

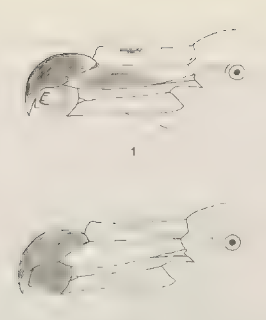


Fig. 2. — Répartition schématique des couleurs du bec chez *Macronectes halli* et chez *Macronectes giganteus*.

1 : *Macronectes halli*, la coloration figurée en sombre est rouge brique. Les taches bleu noir sont figurées en noir dans la position qu'elles occupent le plus souvent.

2 : *Macronectes giganteus*; la coloration figurée en sombre est bleu vert ou verte. Elle s'étend en direction de la racine du bec chez les adultes au moment de la reproduction.

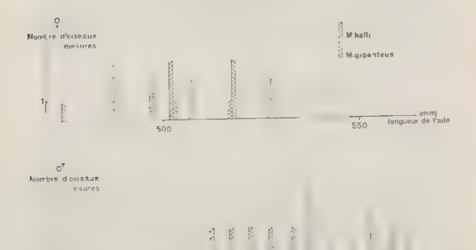


Fig. 3. — A : Diagramme de fréquence de la longueur de l'aile chez les femelles de *Macronectes halli* et de *Macronectes giganteus*.

B : Diagramme de fréquence de la longueur de l'aile chez les mâles de *Macronectes halli* et de *Macronectes giganteus*.

dant il faut remarquer que les distributions des mesures de la longueur de l'aile chez les deux espèces de *Macronectes* se recouvrent largement (fig. 3 A et B). Les mesures de poids des Pétrels géants de l'Ile de la Possession montrent que celui-ci est en moyenne plus élevé chez *M. giganteus* que chez *M. halli*. Cependant le calcul statistique ne nous a pas permis de mettre en évidence de différence significative entre les poids moyens des femelles des deux espèces (T = 1.6). Chez les mâles, cette différence n'a de signification qu'au seuil de 95 % (T = 2,33). Mais nos mesures ont été faites tout au long de l'année sans tenir compte du cycle reproducteur, et il est probable que l'on obtienne des résultats plus probants en comparant des poids d'oiseaux au même stade de ce cycle.

Dimorphisme sexuel

Il est connu depuis Murphy (1936) qu'il existe un dimorphisme sexuel marqué dans le genre *Macronectes*, les femelles présentant des dimensions nettement inférieures à celles des mâles (cf. Tableau I). Cependant nous avons trouvé à l'Ile de la Possession deux femelles (couples 4 A et 73) de *M. halli* dont la longueur L du bec était égale à 99 mm, c'est-à-dire du même ordre que chez certains mâles. De même un oiseau femelle (sexe déterminé par dissection), probablement de l'espèce *M. giganteus*, recolté aux Shetland du Sud en mars 1923 et conservé au Riksmuseet de Stockholm, présente aussi des dimensions anormalement fortes (Tableau II). Nous ignorons s'il s'agit de simples variations individuelles.

TABLEAU II

Mensurations de *Macronectes giganteus* d'autres localités

Provenance et date de récolte	Shetland du Sud				Géorgie du Sud		Unités
	1923	1923	1927	1928	1902	1913	
Sexe	f	f (?)	?	f (?)	f	?	
Bec :							
LC	98	100	85,5	98	89	88	mm
L	95	94	85	96	88,5	87	mm
Aile	525	530	495	528	460	515	mm
Tarse	97	97	84	96	94	89	mm

A l'Ile de la Possession, nous avons constaté que les femelles de *M. halli* au moment de la ponte ont des ongles aigus et même acérés, alors que ceux des mâles sont plutôt émoussés. Ensuite, au

cours de la couvaison, ce caractère devient de moins en moins net et finit par ne plus être appréciable chez certaines femelles. Il en est de même chez *M. giganteus*, mais de façon moins marquée.

COMPARAISON AVEC DES SPÉCIMENS DE *Macronectes* D'AUTRES LOCALITÉS

Macronectes halli.

D'après nos observations sur le terrain, et autant que l'on puisse en juger sur des spécimens en peau, *M. halli* à Kerguelen ne semble pas présenter de différences morphologiques appréciables avec ses congénères de l'Archipel Crozet. Quatre exemplaires en peau appartenant vraisemblablement à l'espèce *M. halli*, et provenant des Iles Kerguelen, de la Nouvelle Amsterdam, du Détroit de Magellan et de la Georgie du Sud, ont des dimensions (1) très voisines de celles que nous venons de donner (Tableau III). Il en est de même des mesures effectuées par BOURNE et WARHAM (1966) sur des oiseaux provenant de différentes îles subantarctiques.

TABLEAU III

Mensurations de *Macronectes halli* d'autres localités

Provenance et date de récolte	Kerguelen 1950	Nouvelle Amsterdam 1953	Isla Magdalena (Chili) 1940	Georgie du Sud 1902
Sexe	f	?	?	f
Bec :				
LC	91 mm	90 mm	104 mm	89 mm
L	91 mm	88 mm	101 mm	88,5 mm
Aile	492 mm	487 mm	541 mm	460 mm
Tarse	97 mm	92 mm	103 mm	94 mm
Poids	—	2750 g	—	—

Macronectes giganteus.

On voit sur le tableau IV que les *M. giganteus* de Terre Adélie présentent des dimensions (1) nettement inférieures à celles de leurs congénères de l'Ile de la Possession. Par contre, l'on n'observe pas de différence appréciable dans le poids des oiseaux des deux localités. Les oiseaux des Shetland du Sud sont à peine plus grands que ceux de Terre Adelie (BOURNE et WARHAM 1966, et Tableau II). Ceci n'est pas en accord avec les observations de BOURNE et

(1) Y compris celle du tube nasal et celle de la base des narines à l'apex.

WARHAM (1966), selon qui les oiseaux les plus méridionaux présentent une taille plus grande que ceux qui habitent au nord. Mais il est possible que la variation de taille avec la latitude ne se fasse pas de façon uniforme chez *M. giganteus*. En outre, les exemplaires de Terre Adélie présentent une coloration dans l'ensemble plus claire que celle des oiseaux de Crozet, et la couleur de leur bec tend plus vers le jaune.

TABLEAU IV

Mensurations de *Macronectes giganteus* de Terre Adélie

	Mâles				Femelles				
Mesures	n	max.	min.	moy.	n	max.	min.	moy.	Unités
Bec									
LC	4	100	93	97,1	3	89	82	84,7	mm
L	4	101	93	96,75	3	89	83	85,1	mm
Aile	4	542	517	525,7	3	514	494	506,3	mm
Tarse	4	98,5	91	94,2	3	94	89	92	mm
Poids	3	5898	4400	4986	1	—	—	3350	g

LES IMMATURES

Au moment de l'envol, les immatures des deux espèces ont le même plumage noir mat sur tout le corps, sauf chez les oiseaux en phase blanche qui le sont toute leur vie. Leur bec est couleur corne jaunâtre, avec les pièces terminales tirant parfois sur le verdâtre chez *M. giganteus*. Chez les immatures plus âgés la coloration du plumage se rapproche de plus en plus de celle de l'oiseau reproducteur. De tels oiseaux sont rares à l'Ile de la Possession, et ne semblent pas fréquenter les colonies.

A l'Ile de la Possession, la moitié environ des immatures de première année de l'espèce *M. halli* présentent quelques plumes blanches sur le front et près des yeux. Ce fait a aussi été constaté chez quelques immatures de *M. giganteus* en Terre Adélie par MOUGIN (*comm. pers.*), et chez trois autres à l'Ile Heard (DOWNES, EALEY, GWYNN et YOUNG, 1959).

LES POUSSINS

Contrairement aux adultes, les poussins nouveau-nés des deux espèces de Pétrels géants présentent une nette différence de coloration (fig. 4). En effet, les poussins de *M. giganteus* sont gris clair, presque blancs, avec le dessus de la tête un peu plus foncé (pous-

sin n° 13 A). Par contre, les poussins de *M. halli* au même stade sont gris cendré dessus et blanc dessous. Sur la tête, la couleur grise dessine une sorte de calotte contrastant avec le blanc du front, de la face et des côtés de la tête. Le plumage mésoptile est gris uniforme chez les deux espèces, plus clair cependant chez *M. giganteus*.

Les poussins de *M. halli* que nous avons vus à Kerguelen en janvier 1967 n'étaient guère différents de ceux de l'Archipel Crozet.



Macronectes halli



Macronectes giganteus

Fig. 4. — Répartition schématique des couleurs du plumage de la tête chez les poussins de *Macronectes halli* et de *Macronectes giganteus*.

Les œufs

Le tableau V montre que les dimensions des œufs des deux espèces ne diffèrent pas sensiblement.

Ces mesures concordent avec celles données par Murphy (1936) et Clarke (1913, *in* Murphy 1936) pour des œufs de Pétrels géants

provenant des Iles Falkland, de Georgie du Sud et des Orkneys du Sud, et aussi avec celles de PAULIAN (1953) à Kerguelen.

L'aspect de la coquille est le même chez les deux espèces, ainsi que sa faible odeur musquée.

TABLEAU V

Dimensions de 27 œufs de Pétrels géants

		Grand diamètre				Petit diamètre			
Espèce	n	max.	min.	moy.	sm	max.	min.	moy.	sm
M. halli	15	115	98	104,7	1,8	79	60	66,1	1,16
M. giganteus	12	110	101	104,8	0,78	74	60	67,5	1,07

COMPORTEMENT

RELATIONS DES DEUX ESPÈCES ENTRE ELLES

D'après ce que nous avons pu constater, les deux espèces ne semblent pas se fréquenter en mer, apparaissant séparément près des navires. A terre, par contre, *Macronectes giganteus* semble rechercher la compagnie de *M. halli*, il niche dans des colonies où ce dernier s'est déjà établi, et fréquente les mêmes dortoirs. Au moment où les Eléphants de mer se reproduisent, les deux espèces fréquentent les plages où sont établis les harems, et se nourrissent des cadavres des jeunes Phoques dont la mortalité est importante. Les premiers à s'approprier une charogne semblent alors être toujours des *M. giganteus*. Ceci rejoint l'observation de DOWNES, EALEY, GWYNN et YOUNG (1959) selon laquelle ce sont les oiseaux à tête claire qui dominent les autres à l'Ile Heard.

Les oiseaux blancs se tiennent souvent un peu à l'écart des autres, et fréquentent peu les plages.

LA TIMIDITÉ

Il est connu depuis longtemps que les Pétrels géants sont des oiseaux sauvages, fuyant l'homme de loin. Cependant, à l'Ile de la Possession tout au moins, les individus de l'espèce *M. giganteus* se sont en règle générale révélés nettement plus farouches que ceux de l'espèce *M. halli*. Près des deux tiers des premiers désertaient leurs nids à l'approche de l'observateur, alors que la plupart des derniers y restaient au moins jusqu'à ce qu'on les touche. D'ailleurs la timidité des oiseaux décroît pendant l'incubation pour

atteindre son minimum au moment du gardiennage du poussin. A ce moment, tous les couveurs peuvent être aisément approchés.

A terre hors des colonies, la distance de fuite est de 15 à 30 mètres pour *M. halli*, et au moins de 40 mètres pour *M. giganteus*. Mais la fuite du premier oiseau entraîne souvent celle de tous les autres, quelle qu'en soit l'espèce. Les oiseaux en phase blanche sont les plus farouches de tous, et ne se voient que rarement, même sur les lieux de reproduction.

PARADES

A terre.

Les parades des deux espèces semblent être les mêmes, et répondent bien à la description détaillée qu'en a faite WARHAM (1962). Il nous a cependant semblé que la voix de *M. giganteus* à cette occasion était légèrement plus faible et plus aiguë que celle de son congénère.

Au vol.

A Crozet, les Pétrels geants montrent deux sortes de parades aériennes. La première correspond à ce que WARHAM (1962) décrit sous le nom de « aerial display ». La seconde parade est très différente, deux oiseaux, parfois trois, se suivant au vol, le second exécutant assez maladroitement les mêmes mouvements que le premier. En général, cette parade s'effectue en circuit fermé. Elle est surtout fréquente pendant l'hiver et le printemps austraux chez *M. halli*, et aussi au printemps chez *M. giganteus*. Fréquemment aussi les oiseaux se suivent sans chercher à exécuter les mêmes mouvements, comme WARHAM l'a observé à l'Ile Macquarie (1962).

COMPORTEMENTS ANTAGONISTES

Il n'y a pas de différence sensible dans les comportements antagonistes des deux espèces à l'Ile de la Possession. Le territoire se limite à la zone que l'oiseau peut atteindre du bec quand il est sur le nid. Sa défense se borne le plus souvent à quelques manœuvres d'intimidation.

LE VOL

Contrairement aux différentes espèces d'Albatros (*Diomedea*, *Phoebetria*) qui habitent l'Archipel, les Pétrels géants peuvent souvent être observés en vol au-dessus de la terre. Certains d'entre

eux effectuent même le trajet de la Baie Américaine à celle du Marin de cette façon

Les dortoirs

Il est fréquent de rencontrer des Pétrels géants dormant à terre, souvent par grandes bandes, groupant jusqu'à plus de cent individus. Certains endroits, situés en plein vent, sont très régulièrement fréquentés et constituent de véritables dortoirs. Certaines baies bien abritées, comme celle du Sphinx ou du Navire, peuvent aussi jouer ce rôle. Le sommeil des Pétrels géants est très profond, et il est alors facile de les surprendre et de les capturer. En général, l'éveil d'un oiseau alarmé est suivi de celui de tous les autres.

ALIMENTATION

On sait depuis longtemps que les Pétrels géants ont une nourriture très variée, allant des proies vivantes aux cadavres et aux détritus. Le tableau VI donne la composition de 24 contenus stomacaux, régurgitats et pelotes de réjection.

TABLEAU VI

Composition de 24 contenus stomacaux et régurgitats

Aliments	Nb. de c. s.	%
Plumes, peau et chair de Manchots	13	54
Poils et peau d'Eléphant de mer	5	21
Restes de *Pachyptila* sp., en particulier *P. desolata*	5	21
Plumes d'oiseaux indéterminés	3	12,5
Restes de *Rattus norvegicus*	1	4
Patte de *Larus dominicanus*	1	4
Restes de Céphalopodes	1	4
Coquilles d'Anatifes	1	4

On voit donc que les Manchots forment l'essentiel de l'alimentation des Pétrels géants. En effet, *M. halli* fréquente assidument les colonies de Manchots royaux (*Aptenodytes patagonica*) où il se nourrit des cadavres des adultes et des poussins, dont la mortalité

Planche IV

1 — *Macronectes halli* couvant, août 1966. La coloration du bec de l'oiseau est bien visible.

2. — *Macronectes giganteus* couvant, fin septembre 1966. Couleur du bec, bleu verdâtre, et couleur du plumage très proche de ce qu'elle est chez *M. halli*.

1

2

PLANCHE XV

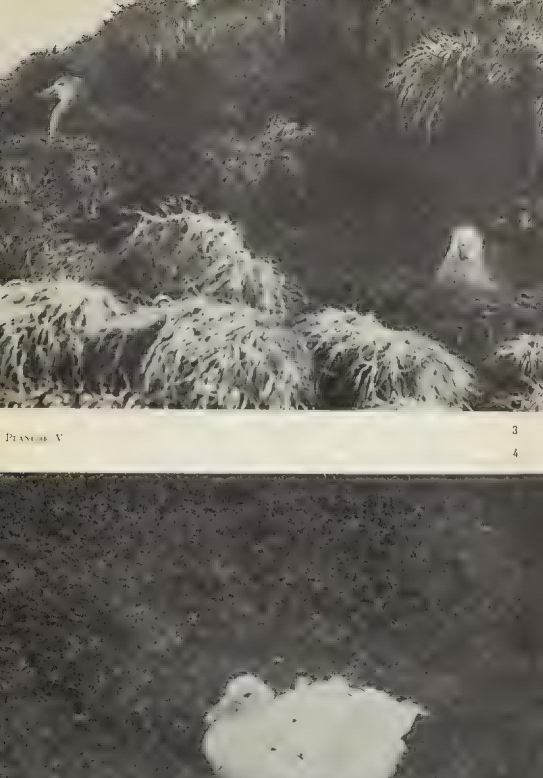


PLANCHE V

3

4

hivernale est très importante. Du 15 août à fin septembre 1966, il était même fréquent d'observer des individus de *M. halli* tuant des poussins de cette espèce pour les dévorer. Un ou plusieurs Pétrels géants atterrissaient soudainement au milieu d'un groupe de poussins qui s'égaillaient en tous sens, fondaient sur un traînard et le tuaient à coups de bec. Une fois même, nous avons observé un Pétrel géant attaquant à plusieurs reprises mais sans succès des Manchots royaux adultes qui nageaient dans la Baie du Marin. *M. halli* semble cependant préférer les charognes, et n'attaque les jeunes Manchots que si les autres sources de nourriture se font rares.

Macronectes giganteus fréquente aussi les colonies de Manchots royaux, mais rarement en hiver, et nous ne l'avons jamais vu tuer de poussins.

Par contre, les Pétrels géants semblent laisser en paix les Manchots papous (*Pygoscelis papua*) et les Albatros hurleurs (*Diomedea exulans*), dont les colonies jouxtent parfois les leurs. Les cadavres d'Eléphants de mer constituent aussi une importante source de nourriture, surtout au moment de la reproduction de ces derniers, la mortalité des jeunes étant très élevée. La compétition alimentaire entre les Pétrels géants et les Skuas est assez limitée, car ces derniers, très hardis, s'aventurent tout près des grands Phoques pour se procurer leur nourriture, alors que les Pétrels géants restent à l'écart.

Nous n'avons trouvé de restes de *Pachyptila* dans les régurgitats qu'au moment où les *Macronectes* nourrissaient leurs petits. Nous avons également constaté la présence d'ossements de Rat dans un régurgitat de *M. halli*. Ces rongeurs étant devenus fort communs à l'Ile de la Possession, il est possible qu'ils en mangent parfois les cadavres, comme ils font avec les lapins à l'Ile Macquarie (Warham 1962).

Enfin, il est fréquent d'observer des groupes formés de quatre à douze *M. halli* en train de pêcher au large des côtes de l'Ile de la Possession, en compagnie de Damiers et de Goélands. Les oiseaux en question restent longtemps au repos, en ordre dispersé. Puis soudain un Pétrel géant se dirige rapidement vers un point situé à quelques mètres de lui, et saisit quelque chose dans l'eau pendant que les autres accourent. Damiers et Goélands ne participent

---

Planche V

3 — Deux nids de *Macronectes halli*, août 1966. Remarquer leur situation abritée.

4 — *Macronectes giganteus*, immature en phase blanche, fin février 1966. Remarquer la situation du nid en un endroit dégagé.

pas directement à la curée, mais se saisissent des petits morceaux qui échappent aux *Macronectes*. Il est difficile de savoir ce que se disputent les oiseaux, mais il s'agit incontestablement de pêche. Le 22-10-66, nous pûmes distinctement voir que les Petrels géants cherchaient à s'emparer d'un *Alepisaurus brevirostris*, Téléostéen dont nous avons nous-même trouvé deux exemplaires (cf. HUREAU, *Bulletin du Muséum*, sous presse) et qui semble relativement commun près de l'Ile de la Possession.

De tels groupes de Petrels géants en train de pêcher furent particulièrement fréquents de septembre à novembre 1966. *M. giganteus* n'y participait qu'exceptionnellement. Il est probable que cette espèce ne fréquente pas les mêmes endroits que *M. halli* pour se nourrir. Ainsi la compétition alimentaire entre les deux espèces n'aurait d'importance qu'au moment où les Eléphants de mer se reproduisent.

LES COLONIES DE PETRELS GEANTS A L'ILE DE LA POSSESSION

La figure 1 donne l'emplacement des colonies de Pétrels géants que nous avons localisées à l'Ile de la Possession, et le tableau VII le nombre de couples reproducteurs de chaque espèce dans chacune, estimé d'après le nombre d'œufs pondus en 1966.

Il existe à Crozet deux sortes de colonies de Pétrels géants : les colonies mixtes, groupant *M. giganteus* et *M. halli*, et les colonies uniquement occupées par *M. halli*. Les choses semblent donc être ici très différentes de ce qu'elles sont à l'Ile Macquarie (WARHAM 1962, BOURNE et WARHAM 1966), où *M. halli* niche en solitaire et *M. giganteus* dans des colonies. A l'Ile de la Possession nous n'avons trouvé que quatre nids isolés de *M. halli* au printemps austral 1966. Le facteur le plus important dans l'établissement des colonies de Pétrels géants semble être le vent. Toutes les colonies sont directement exposées au vent du nord, sauf celle du Sphinx, qui n'en est que très relativement abritée. Il est à noter que, à l'Ile de la Possession, les vents dominants sont de secteur nord-ouest en été et sud-ouest en hiver. L'exposition aux autres vents est très variable selon les colonies (Tableau VIII). Comme les Albatros hurleurs, les Pétrels géants ont besoin d'emplacements dégagés, ventés et en pente pour décoller et, dans une moindre mesure, pour se poser. Mais ils ne peuvent, contrairement à ceux-ci, parcourir de grandes distances à pied, et nichent sur ces emplacements mêmes, ou à proximité immédiate, souvent au sommet des versants où nichent les Albatros (colonies du Morne Rouge et de la Chaloupe). Les Pétrels géants, du moins à Crozet, semblent préférer les

endroits recouverts d'un tapis de végétation, afin de construire leurs nids et de se déplacer, mais ils sont bien moins exigeants que les Albatros et se contentent de plantes rases. On sait d'ailleurs que, dans les regions où ils n'ont pas de plantes à leur disposition, ils s'accommodent fort bien d'un sol de pierres pour établir leurs nids, comme ils le font en Terre Adélie (PRÉVOST 1964). Le facteur thermique ne semble pas être important à l'échelon local, car les colonies sont très ventées, et les relevés de température que nous y avons faits ne diffèrent que très peu de ceux effectués à la station météorologique de la base.

TABLEAU VII

Nombre d'oiseaux dans les colonies de Pétrels géants étudiées

Colonies	Nombre de couples reproducteurs *M. halli*	*M. giganteus*
Vallée du « La Pérouse »	env. 60	?
Vallée de la Chaloupe I	21	18
Morne Rouge I	7	15
Pointe de « Bougainville »	14	—
Vallée du Sphinx	12	—
Vallée de la Chaloupe II	4	—
Morne Rouge II	10	—
Petite Manchotière	7	—

TABLEAU VIII

Exposition des colonies de Pétrels geants au vent

Colonies	Exposition au vent de : N	W	S	E
Vallée du « La Pérouse »	+	—	+	—
Vallée de la Chaloupe I	+	+	—	+
Morne Rouge I	+	+	—	+
Pointe du « Bougainville »	+	[illegible]	—	—
Vallée du Sphinx	(+)	[illegible]	+	+
Vallée de la Chaloupe II	+	—	—	—
Morne Rouge II	+	+	+	+
Petite Manchotière	+	+	—	+

Lorsque *M. halli* et *M. giganteus* cohabitent dans les mêmes colonies, leurs nids ne sont pas répartis au hasard. En effet, le premier établit les siens dans les endroits les plus abrités (fig. 5), au pied d'un escarpement rocheux, d'un talus, entre de hauts touradons de fétuques ou de *Deschampsia*. Dans les endroits très exposés

(colonie de la Petite Manchotière), certains nids peuvent être cachés sous des roches surplombantes, occupant parfois une situation « semi-endogée ». Le nid de la Pointe Lieutard était situé sur une vire de falaise, tout comme un nid de *Phoebetria*. Par contre, *Macronectes giganteus* choisit pour s'établir les endroits les plus ventés, par exemple une pente unie ou une petite butte, très rarement à proximité de touradons (fig. 5). On peut ainsi rencontrer des nids des deux espèces tout près l'un de l'autre, celui de *M. halli* à l'abri de touradons ou dans un creux de terrain et celui de *M. giganteus* un peu au-dessus, exposé à tout vent. De même en Terre Adélie, *Macronectes giganteus* niche en plein vent (PRÉVOST 1964). BOURNE et WARHAM (1966) ont aussi remarqué que les nids de *M. halli* étaient situés en des endroits abrités, au contraire de



Fig. 5. — Schémas montrant les principales situations des nids de *Macronectes halli* et de *Macronectes giganteus* à l'Ile de la Possession.
1 : Nid « semi-endogé » de *Macronectes halli* (Petite Manchotière).
2 : Nid de *Macronectes halli* au pied d'un escarpement rocheux (n° 11, Vallée de la Chaloupe).
3 : Nid de *Macronectes halli* abrité par des touradons (n° 76, Pointe du « Bougainville »).
4 : Nids de *Macronectes giganteus* (n° 13 et n° 13 C, colonie de la Vallée de la Chaloupe, octobre 1966).

ceux de *M. giganteus*. Le groupement en colonies est donc la seule différence dans la façon de nicher de *M. halli* à Crozet et à l'Ile Macquarie.

A Kerguelen, les deux colonies de *M. halli* que nous avons observées (près de la Pointe Guite et à la Baie Norvégienne) étaient très comparables à celles de l'Ile de la Possession, les oiseaux nichant à l'abri de petites buttes sableuses. On n'y trouvait pas de *M. giganteus*.

LE NID

A l'Ile de la Possession, les nids des deux espèces de Pétrels géants sont faits de végétaux divers que les oiseaux ont arrachés et disposés en un amas assez grossier de 60 à 70 cm de diamètre sur 10 à 25 de profondeur. Les couveurs entretiennent le nid et même l'agrandissent, alors que les poussins s'en occupent très peu ou pas du tout, et le laissent se délabrer si bien qu'au moment de l'envol il n'en reste souvent presque rien. Les couples d'ailleurs ne sont pas fidèles à son emplacement, et en reconstruisent un autre l'année suivante, parfois loin du premier. Ainsi à la Pointe du « Bougainville » en 1966 aucun nid ne fut réoccupé, mais les oiseaux nichèrent dans l'ensemble en aval de ceux-ci. L'oiseau en phase blanche du Morne Rouge nicha en 1966 à près de cent mètres de l'endroit où il avait élevé son jeune en 1965, et ce dernier emplacement fut occupé par deux oiseaux en phase sombre.

LE CYCLE REPRODUCTEUR

C'est dans le cycle reproducteur que résident les plus grandes différences des deux espèces de Pétrels géants. Ce cycle dure environ sept mois, c'est à dire un laps de temps du même ordre que chez les autres Procellariiformes de taille comparable. Selon toute évidence, les oiseaux se reproduisent annuellement.

La période de repos sexuel

Cette période dure de l'envol des poussins à la parade du cycle suivant, c'est à dire environ cinq mois, pendant l'automne et l'hiver austraux.

Pendant celle-ci, les Pétrels géants sont très communs près de la côte de l'Ile de la Possession, mais il est souvent difficile d'en déterminer l'espèce. Il semble cependant que *M. halli* prédomine largement et représente au moins 80 % des effectifs.

Les colonies ne sont jamais complètement désertées pendant cette période. D'avril à août, leur occupation est surtout le fait de *M. halli*, en nombre variable allant de quelques oiseaux à l'effectif presque complet de la colonie. Il est rare d'y observer des *M. giganteus* (Morne Rouge, 6 et 7-7-66 : au moins 3 individus, dont un blanc ; 16-7-66, Vallée de la Chaloupe : 1 individu ; 10-8-66, même endroit : 1 individu).

Dès le mois de février, et jusqu'à la ponte des œufs, il est possible d'observer *M. halli* en train d'exécuter des parades sexuelles, de construire et d'occuper des nids. Mais, sauf au mois d'août, il n'est pas possible d'observer de copulation. Ces activités correspondent exactement à ce que Jouanin, étudiant les *Puffinus assimilis baroli* des Iles Salvages, a appelé le « comportement protogamique » (Jouanin 1951) afin de les distinguer des parades nuptiales qui trouvent leur conclusion dans l'accouplement et la ponte (comportement hologamique). Chez nos *M. halli*, ces activités présentent un maximum très net à leur début, dans les premiers jours du mois de mars, comme l'a aussi noté Warham (1962) à l'Ile Macquarie. Ensuite les oiseaux ne sont surtout actifs que par les rares périodes de beau temps. Pendant la seconde quinzaine du mois de juillet, très peu de *M. halli* furent observés aux colonies (3 à la Pointe du « Bougainville » le 20-7, 1 dans la Vallée de la Chaloupe le 28-7). Au début du mois d'août leur nombre remonta et les premières copulations apparurent, marquant ainsi le début de la pariade chez cette espèce.

L'activité protogamique semble être très rare chez *M. giganteus*, nous l'avons constaté au Morne Rouge le 6-7-66. Prévost (*in* Mougin 1968) l'a aussi observée de façon exceptionnelle chez des individus de cette espèce venant visiter en hiver leur colonie de Terre Adélie.

La pariade

La pariade, chez *M. halli*, dura donc environ deux semaines en 1966, le premier œuf ayant été trouvé le 16 août. Dès les premiers jours de ce mois, les effectifs de *M. halli* aux colonies de la Pointe du « Bougainville », du Sphinx et de la Chaloupe atteignirent une valeur comprise entre 20 et 30 dans chacune, et qui resta sensiblement la même au cours de la ponte et de l'incubation.

M. giganteus semble réoccuper les colonies un peu plus tard que *M. halli*, quelques oiseaux ont été observés en août à la colonie de la Chaloupe. Mais l'essentiel des arrivées se fait à partir des premiers jours de septembre. Le maximum des parades se situa

de cette époque à la ponte des premiers œufs, vers le 25 septembre. Nous avons vu un accouplement le 7-9, mais nous ne savons s'il s'agissait d'un des premiers.

La ponte

En 1966, le premier œuf de *M. halli* fut trouvé le 16 août, et le dernier le 5 septembre. Chez *M. giganteus*, la ponte s'échelonna du 26 septembre au 17 octobre, soit un décalage de 41 jours avec l'espèce précédente. Dans les deux cas, la ponte s'étend sur une période de 20 jours. Chez *M. halli*, elle présenta un maximum marqué entre le 20 et le 27 août (22 œufs sur 31 furent pondus pendant cette période). Chez *M. giganteus*, ce maximum eut lieu du 24-9 au 5-10, et fut beaucoup moins net.

Les dates de ponte des deux espèces de Pétrels géants à l'Ile de la Possession sont donc très légèrement en avance sur celles données par Warham (1962) pour les oiseaux de l'Ile Macquarie, où *M. halli* pond du 21-8 au 10-9 et *M. giganteus* du 5 au 11-10.

A Kerguelen, *M. halli* doit pondre à la même époque qu'à Crozet, d'après les dates indiquées par Paulian (1953). Les poussins que nous y avons vus en janvier 1967 en étaient au même stade qu'à Crozet, et donc sensiblement de même âge. *M. giganteus*, dans cet archipel, doit aussi pondre en octobre d'après l'observation de Milon et Jouanin (1953, selon laquelle le premier œuf fut pondu le 25 septembre dans une colonie proche de Port aux-Français. En Terre Adélie (Prévost 1964) cette espèce pond environ un mois plus tard. Ces dates s'accordent avec celles données par Bourne et Warham (1966) pour d'autres localités subantarctiques et antarctiques.

L'incubation

Chez *M. halli*, la durée d'incubation contrôlée par nous sur 6 nids fut en moyenne de 60 ± 2 jours. Les extrêmes furent de 64 ± 3 et 58 ± 2 jours. Chez *M. giganteus*, cette durée contrôlée sur quatre nids fut de 63 ± 1 jours (extrêmes : 62 ± 3 et 65 ± 6). Ces durées d'incubation correspondent à celles observées par différents auteurs, dont Warham (1962) à l'Ile Macquarie, Prévost (1964) et Mougin (1968) en Terre Adélie, etc.

Nous n'avons pu faire de visites assez fréquentes aux colonies pour pouvoir déterminer avec précision quelles étaient les durées de séjour des parents sur le nid.

Il est fréquent d'observer les conjoints des couveurs, paradant avec eux ou couchés plus ou moins loin du nid. La relève a lieu

rapidement, l'arrivant occupant aussitôt la place que lui laisse le couveur, qui s'envole immédiatement vers la mer.

L'Éclosion

Chez *M. halli*, les éclosions se succédèrent du 18-10 au 2-11-1966, soit une période de quinze jours. La différence de longueur entre cette période et celle de la ponte est vraisemblablement à imputer à la forte mortalité lors de l'incubation.

Chez *M. giganteus*, les éclosions se poursuivirent du 28-11 au 19-12, date à laquelle tous les poussins, sauf le n° 18 étaient nés. On retrouve ici le décalage de 11 jours dont nous avons déjà parlé à propos de la ponte.

Chez les deux espèces, l'éclosion ne semble pas excéder une journée.

L'Élevage du poussin

Chez les deux espèces, l'élevage du poussin dure environ quatre mois.

Le gardiennage du poussin et l'émancipation.

Chez *M. halli*, le gardiennage des poussins en 1966 fut en moyenne de 17 $\pm$ 4 jours, les extrêmes ayant été de 12 $\pm$ 6 et de 24 $\pm$ 2 jours. L'acquisition du plumage mésoptile se fit à cette époque.

L'émancipation complète se produisit donc du 8 au 28 novembre. Le temps écoulé entre la première et la seconde émancipation est extrêmement variable, allant de 6 à 20 jours.

En raison de nos dates de séjour, nous n'avons pu faire d'observations concernant ce stade du cycle reproducteur chez *M. giganteus* à l'Ile de la Possession. Mais si l'on se reporte à celles d'autres auteurs tels que Warham (1962) à l'Ile Macquarie et Mougin (1968) en Terre Adélie, on a tout lieu de supposer que le laps de temps écoulé entre la naissance du poussin et sa première émancipation est à peu près aussi long chez *M. giganteus* et chez *M. halli*.

Le poussin seul au nid.

Le poussin reste seul pendant les trois quarts de son séjour au nid. Ses parents reviennent pour le nourrir, et séjournent parfois quelques heures à ses côtés. Très tôt, le poussin est capable de se déplacer et peut s'écarter de un à deux mètres du nid, mais il y retourne souvent, en particulier pour recevoir sa nourriture. L'acquisition du plumage téléoptile chez les poussins de *M. halli* com-

mence fin novembre avec l'apparition des rémiges et des rectrices. Elle s'achève au début du mois de février, peu avant l'envol.

Chez les poussins de *M. giganteus*, elle commence dans la seconde moitie du mois de janvier et se poursuit jusqu'à la fin du mois de mars. On retrouve encore ici le décalage d'une quarantaine de jours entre des phases correspondantes du cycle de ces deux espèces

L'envol.

L'envol des jeunes *M halli* se fait pendant le mois de février (en 1966, du 1-2 au 6-3). Chez *M. giganteus*, il commence à la fin du mois de mars et dure jusqu'au début de celui de mai (du 25-3 au 5-5 en 1966). Ici le décalage est plus important, atteignant 53 jours entre les dates du premier envol et 60 entre celles des derniers, et par conséquent l'élevage est un peu plus long chez ***M. giganteus*** que chez ***M. halli***.

Les poussins quittent le nid en volant et en marchant, se dirigeant vers la mer, et il est frequent d'en rencontrer entre celle-ci et les colonies au moment de l'envol. Ensuite ils restent dans les eaux côtières de l'île avant de se disperser. Une fois nous avons observé (14-2), un adulte de l'espèce *M. halli* auprès d'un de ces poussins, partageant de la nourriture avec lui. Il s'agissait probablement d'un de ses parents, et ce comportement loin du nid est pour le moins curieux Il est à rapprocher d'une observation de DOWNES, EALEY, GWYNN et YOUNG (1959) à l'Ile Heard, où un poussin de Pétrel geant tombé au bas d'une falaise pendant la période d'élevage fut retrouvé et nourri par ses parents.

Contrairement à ce que pensent BOURNE et WARHAM (1966), les immatures de *M. halli* effectuent des migrations comparables à celles déjà reconnues chez les jeunes *M. giganteus* (DOWNES, GWYNN et HOWARD 1954, HOWARD 1956, INGHAM 1959), comme en témoignent trois reprises d'oiseaux que nous avions bagués à l'état de poussins à l'Ile de la Possession (Tableau IX).

TABLEAU IX

Reprises de jeunes *M. halli* bagués à l'Ile de la Possession

N° de la bague	Date de baguage	Date de reprise	Lieu de reprise
CF 3777	16-1-66	5-7-66	Cape Naturalist, Australie
DZ 100 71	23-11 66	28 5 67	48 miles au sud de Perth, Australie
DZ 100 34	5-12 66	?-67	Pointe nord de la Nouvelle-Zélande

La croissance pondérale des poussins.

En raison de nos dates de séjour, nous n'avons pu faire qu'une étude fragmentaire de la croissance pondérale des poussins ; la fig. 6 montre la croissance pondérale moyenne de 6 poussins de *M. halli* et de 4 de *M. giganteus* de leur naissance au 19 décembre. On peut voir que la croissance des premiers fut, à son début, beaucoup plus rapide que celle des seconds (accroissement de 1080 g en 12 jours au lieu de 550 g). Selon WARHAM (1962) le reste de la croissance pondérale des jeunes *Macronectes* se présente de la même façon que chez la plupart des autres Procellariens, avec un maximum dépassant largement le poids de l'adulte. Le poids d'envol de cinq juvéniles en 1965-1966 à l'Ile de la Possession fut respectivement de : 4,3 ; 5,5 ; 6,0 ; 6,5 et 7,0 kg. Les deux premiers oiseaux appartenaient certainement à l'espèce *halli*, les trois autres à l'espèce *giganteus*. Ces poids sont dans l'ensemble très supérieurs à ceux observés par WARHAM (1962) à l'Ile Macquarie (3,6 - 5,6 kg) et par MOUGIN (1968) en Terre Adélie (en moyenne 3,865 kg).

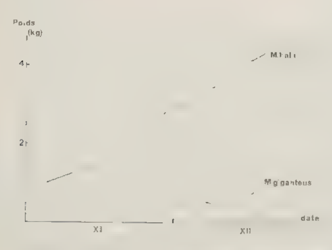


Fig. 6. — Croissance pondérale chez 6 poussins de *Macronectes halli* et chez 4 poussins de *Macronectes giganteus.*

Bien que les cycles des deux espèces de Pétrels géants aient une durée comparable, ils sont décalés dans le temps d'une quarantaine de jours, celui de *M. giganteus* étant plus tardif (fig. 7). C'est grâce à ce décalage que les deux espèces de *Macronectes* restent distinctes l'une de l'autre, bien que fréquentant les mêmes lieux de reproduction.

LA MORTALITE

1) Au stade des œufs

C'est à ce stade que la mortalité est de loin la plus importante. Le tableau X indique ce qu'elle fut dans les diverses colonies, pour chaque espèce, et le tableau XI en indique les principales causes.

TABLEAU X

Mortalité des œufs dans les colonies étudiées en 1966

Colonie	Pourcentage d'œufs perdus *M. halli*	*M. giganteus*
Morne Rouge I	71 %	40 %
Vallée de la Chaloupe I	70 %	64 %
Morne Rouge II	50 %	—
Vallée de la Chaloupe II et Sphinx	83 %	—
Petite Manchotière	57 %	—
Bougainville	100 %	—
Mortalité totale	72 %	52 %

TABLEAU XI

Principales causes de mortalité dans les colonies étudiées en 1966

Causes de la mortalité	Nombre d'œufs	Pourcentage
1) *Macronectes halli* (50 œufs)		
Inconnues	35	70 %
Prédation par Chionis et Skuas	5	10 %
Enneigement	4	8 %
Putréfaction	3	6 %
Prédation par les rats ?	3	6 %
2) *Macronectes giganteus* (15 œufs)		
Prédation par Chionis et Skuas	3	20 %
Inconnues	12	80 %

On remarque que la mortalité est toujours importante chez *M. halli*, et varie fortement selon les colonies. Une mortalité de 100 %, comme celle qui eut lieu à la Pointe du Bougainville ne doit pas être exceptionnelle. En effet, en janvier 1966, il n'y avait pas de poussins à la Crique du Sphinx ni à la colonie du Morne Rouge II, bien qu'il y eût des restes de nids et des adultes présents.

La mortalité des œufs est bien moins importante chez *M. giganteus*. Cette différence semble surtout tenir à deux faits : d'abord

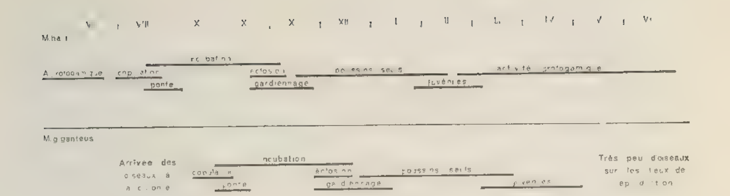


Fig. 7. — Comparaison des cycles reproducteurs des deux espèces de Pétrels géants (*Macronectes halli*, *Macronectes giganteus*).

cette espèce niche en plein vent, ce qui permet aux couveurs d'éviter l'enneigement lors des tempêtes, alors que, au contraire, la situation des nids de *M. halli* y est très propice. Ensuite, *M. giganteus* nichant environ quarante jours plus tard que ce dernier, échappe ainsi à une grande partie du mauvais temps d'hiver. Ceci est à rapprocher du fait que *M. giganteus* peut se reproduire à des latitudes élevées, en Terre Adélie par exemple, où l'hiver est extrêmement rude.

Enfin nous avons trouvé trois fois les débris de la coquille d'un œuf disparu dans un terrier de rat à proximité immédiate du nid. Mais nous n'avons pu établir s'il y avait eu véritablement prédation de la part du rat, ou si celui-ci s'était contenté d'emporter les restes d'un œuf brisé. Il a d'ailleurs déjà été prouvé que les rats de taille comparable à celle de *Rattus norvegicus* de l'Ile de la Possession exercent une prédation appréciable sur de grands Procellariens (en l'occurrence *R. exulans* sur *Diomedea immutabilis*) (C. K. KEPLER, 1967).

2) AU STADE DES POUSSINS

La mortalité des poussins est beaucoup plus faible que celle des œufs. D'octobre à décembre 1966, nous ne l'avons constatée que trois fois chez *M. halli* : les poussins des nids 4 A, 4 B et 4 C disparurent entre le 27-10 et le 21-11 à la colonie du Sphinx. Nous soupçonnons fort de ce forfait un trio de Skuas particulièrement agressifs établis à proximité.

Pendant les mois de janvier, février et mars 1966, nous n'avons pas constaté de mort parmi les poussins.

3) CHEZ LES IMMATURES

Nous n'avons jamais observé de décès chez les immatures, et en particulier aucun échec à l'envol.

4) CHEZ LES ADULTES

Comme chez de nombreuses espèces d'oiseaux marins, la mortalité des adultes à terre est très limitée. Nous ne l'avons jamais constatée sur les lieux mêmes de la reproduction. Par contre, en hiver, deux *M. halli* se sont tués en entrant en collision avec les câbles téléphériques de la station. Au mois de septembre, une femelle de cette espèce fut trouvée, l'aile brisée, après une nuit de fort vent, sur la plage de la Petite Manchotière. Enfin plusieurs

oiseaux furent tués par des vandales sans que nous puissions nous y opposer.

On peut remarquer que la mortalité évolue au cours du cycle reproducteur de la même façon chez les Pétrels géants et chez l'Albatros hurleur, qui niche à peu près dans les mêmes conditions. Mais la mortalité, surtout au stade des œufs, est beaucoup plus importante chez les premiers. Les causes de cette différence ne sont pas toutes faciles à saisir, mais il est certain que la grande timidité des premiers joue un rôle important dans la mortalité des œufs, qui sont très vite attaqués par les Chionis et les Skuas lorsque les parents les abandonnent, ne serait-ce qu'un instant. De plus les seconds pondent au début de l'été austral, et lorsque les poussins sont abandonnés à eux-mêmes, ils ont une taille suffisante pour résister à d'éventuels prédateurs (Chionis et Skuas) et aux intempéries.

CONCLUSION

Les observations que nous avons faites à l'Ile de la Possession confirment celles de Warham à l'Ile Macquarie (Warham 1962, Bourne et Warham 1966). En ces deux endroits en effet, *M. halli* et *M. giganteus* forment deux populations distinctes, dont le décalage du cycle reproducteur assure la séparation. La coexistence de ces deux espèces en un même endroit est possible grâce à des différences écologiques dont la situation des nids est un exemple. Il reste encore beaucoup à découvrir à ce sujet, en particulier en ce qui concerne la répartition géographique, non seulement des aires de reproduction, mais aussi des régions où ces oiseaux recherchent leur nourriture. C'est ce que d'autres études, plus spécialisées, permettrons sans doute de découvrir.

SUMMARY

Giant Petrels breeding at Possession Island (Crozet Archipelago) belong to two species, *Macronectes halli* Mathews and *Macronectes giganteus* (Gmelin) which were distinguished by Bourne and Warham (1966) at Macquarie Island. The latter represents 29 % of the whole population. A morphological study shows that adults of both species have very similar dimensions and coloration. The only marked differences lie in the bill colour which is reddish about the tip in *halli*, and greenish in *giganteus*, as well as in the length of the wing, which is slightly larger in this last species. A comparison is made with birds from other localities.

Immatures are similar in both species, except in the case of white- phase birds. On the contrary the neoptile plumage is distinctly different : the chicks of *halli* are grey on the upper parts, especially on the head, where a grey cap contrasts with the white colour of the face and sides. The chicks of the *giganteus* are almost white, some of them showing a grey tinge on the upperparts. The eggs have the same dimensions.

On land, they show only slight differences in behaviour. They are most

often met in mixed flocks. Adults of *giganteus* are much shyer than those of *halli*. The former species does not seem to feed in coastal waters at Crozet, as the latter regularly does.

At Possession Island, there are two kinds of Giant Petrels colonies : 1) mixed ones, and 2) colonies of *halli* only. In mixed colonies, *giganteus* breeds in the most open, windy places, and *halli* in the more sheltered ones. We found only four isolated nests belonging to this last species. Wind seems to be the most important factor in the establishment of a Giant Petrel colony.

A detailed study of the breeding cycle has shown that great differences exist between the two species. From egg-laying to chick departure, all phases of the breeding cycle happen forty days later in *giganteus* than in *halli*. Corresponding phases have the same length in both species, except for the chick stage, which is from ten to twenty days longer in the former.

During the non-breeding season, *halli* shows a more marked protogamic behaviour, which is only occasionnal in the other species, whose members are seldom met on the breeding grounds during winter.

BIBLIOGRAPHIE

ALEXANDER, W. B., 1963. — Birds of the Ocean. G. P. Putnam's Sons, New York, 306 pp.

BOURNE, W. R. P., and WARHAM, J., 1966. — Geographical variation in the Giant Petrels of the Genus Macronectes. *Ardea*, 54 (1-2) : 45-67.

DOWNES, M. C., EALEY, E. H. M., GWYNN, A. M., and YOUNG, P. S., 1959. — The Birds of Heard Island. *A.N.A.R.E. Rep.* Ser. 1, B.

DOWNES, M. C., GWYNN, A. M., et HOWARD, P. F., 1954. — Banding of Giant Petrels at Heard and Macquarie Islands. *Emu*, 54 (4) : 257-262.

FALLA, R. A., 1937. — Birds. *B.A.N.Z. Ant. Res. Exp. 1929-1931, Rep.*, Adelaide (Ser. B) 2 : 1-304.

HAGEN, Y., 1952. — Birds of Tristan da Cunha. *Res. Norv. Scient. Exp. Tristan da Cunha 1937-1938*, Oslo, 3 (20) : 1-248.

HOLGERSEN, H., 1945. — Antarctic and Subantarctic Birds. *Scient. Res. Norw. Ant. Exp. 1927-1928*, Oslo, 2 (23) : 100 pp.

HOWARD, P. F., 1956. — Banding of Giant Petrels at Heard island and Macquarie island. II. *Emu*, 56 : 401-404.

INGHAM, S. E., 1959. — Banding of Giant Petrels by the Australian National Antarctic Research Expeditions, 1955-1958. *Emu*, 59 : 189-200.

JOUANIN, C., 1964. — Le comportement en juillet des petits Puffins *Puffinus assimilis baroli* (Bonaparte) de l'Ile Selvagem Grande. *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, XVIII : 141-157.

KEPLER, C. B., 1967. — Polynesian Rat predation on nesting Laysan Albatrosses and other Pacific Seabirds. *The Auk*, 84 (3) : 426-430.

LOWE, P. R., and KINNEAR, N. B., 1930. — Birds. British Antarctic (Terra Nova) Expedition 1910. Zoology, 4 (5) : 103-193.

MATHEWS, G. M., 1912. — The Birds of Australia. 2. London.

MATHEWS, G. M., 1934. — A check-list of the order Procellariiformes. *Nov. Zool.*, 39 (2) : 151-206 ; (3) : 53.

MATTHEWS, L. H., 1929. — The birds of South Georgia. *Discovery Rep.*, Cambridge, I : 561-592.

MILON, Ph., 1962. — Aspects de l'Ile de la Possession. 3. Oiseaux, Mammifères. *T.A.A.F.*, Paris, 19-20 : 30-32.

MILON, Ph., et JOUANIN, C., 1953. — Contribution à l'ornithologie de l'Ile Kerguelen. *L'Oiseau et R. F. O.*, 23 (1) : 4-54.

MOUGIN, J. L., 1967. — Etude écologique des deux espèces de Fulmars, le Fulmar atlantique (*Fulmarus glacialis*) et le Fulmar antarctique (*Fulmarus glacialoides*). *L'Oiseau et R. F. O.*, 37 (1-2) : 57-103.

MOUGIN, J. L., 1968. — Etude écologique de quatre espèces de Pétrels antarctiques. *L'Oiseau et R. F. O.*,

MURPHY, R. C., 1936. — Oceanic birds of South America. New York, Mc Millan, 1 : 1-640.

PAULIAN, P., 1953. — Pinnipèdes, Cétacés, Oiseaux des îles Kerguelen et Amsterdam, Mission Kerguelen 1951. *Mém. Inst. scient. Madagascar*, Paris, (Ser. A) 8 : 111-234.

PRÉVOST, J., 1953. — Notes sur l'écologie des Pétrels de Terre Adélie. *Alauda*, 21 : 205-222.

PRÉVOST, J., 1958. — Note complémentaire sur l'écologie des Pétrels de Terre Adélie. *Alauda*, 26 (2) : 125-130 (*Exp. pol. franc.*, Publ. 206).

PRÉVOST, J., 1964. — Remarques écologiques sur quelques Procellariens antarctiques. *L'Oiseau et R. F. O.*, 34, n° spécial : 91-112.

RAND, R. W., 1954. — Notes on the birds of Marion Island. *Ibis*, 96 : 173-206.

RANKIN, N., 1951. — Antarctic isle. Wildlife in South Georgia. Lond., W. Collins edit. : 383 pp.

SORENSEN, J. H., 1951. — Wild life in the Subantarctic. Wellington, N. Z.

STONEHOUSE, B., 1958. — Notes on the ringing and breeding distribution of the Giant Petrel *Macronectes giganteus*. *Ibis*, 100 (2) : 204-208.

TICKELL, W. L. N., and SCOTLAND, C. D., 1961. — Recoveries of ringed Giant Petrels *Macronectes giganteus*. *Ibis*, 103 (2) : 260-266.

WARHAM, J., 1962. — The biology of the Giant Petrel *Macronectes giganteus*. *Auk*, 79 (2) : 139-160.

Muséum National d'Histoire Naturelle,
Laboratoire de Zoologie (Mammifères et Oiseaux),
55, rue de Buffon, Paris-V^e.

